

UNIVERSIDADE DE LISBOA
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA



Auditoria e otimização energética de uma unidade fabril

António Joaquim Bastos de Jesus Relógio

Mestrado Integrado em Engenharia da Energia e do Ambiente

Dissertação orientada por:
Prof. Dra. Marta João Nunes Oliveira Panão

2017

Resumo

A nível mundial, a atividade da indústria transformadora está associada a cerca de um terço do consumo de energia total da economia global. Apesar do reconhecimento do funcionamento da eficiência energética como motor de desenvolvimento económico e de já se terem registado melhorias significativas, o consumo de energia na indústria continua a aumentar, devido aos aumentos significativos no volume de bens produzidos. Sabendo que a utilização eficiente da energia é essencial para a competitividade económica de um país, as poupanças de energia, especialmente em setores energeticamente intensivos como a indústria transformadora, surgem como uma das alternativas mais atrativas e viáveis para irem ao encontro das exigências de redução do consumo de energia e das emissões de gases de efeito de estufa (GEE).

Mediante esta problemática, motivação base para a realização deste estudo, surge a necessidade de tomar uma atitude pró-ativa, com a intervenção numa indústria agroalimentar. Assim, o presente trabalho visa a auditoria e a otimização energética de uma unidade industrial do setor agroalimentar, bem como os respetivos períodos de retorno de investimento (PRI), calculados com base no investimento inicial e na energia poupada. As medidas de utilização racional de energia (URE) sugeridas tiveram sempre presentes a necessidade de preservar os níveis de produtividade da empresa.

A metodologia utilizada baseou-se numa análise dinâmica, com recurso à recolha de informação considerada relevante e à intervenção no local, onde se procedeu a um conjunto de medições e registos, que depois de sofrerem um adequado tratamento, permitiram a análise das condições de utilização da energia na empresa e o desenvolvimento de um conjunto de ações de controlo, associadas ao estabelecimento de metas a serem atingidas.

Através do cálculo da poupança energética associada ao processo produtivo e à refrigeração foi possível concluir que as medidas sugeridas teriam um forte impacto na redução do consumo energético, contribuindo para a melhoria da eficiência energética da empresa, através de um curto período de retorno do investimento para cada uma das diferentes soluções apresentadas.

Palavras-Chave: Auditorias energéticas, eficiência energética; gestão de energia; indústria transformadora; sustentabilidade energética.

Abstract

Globally, manufacturing activity is associated with about one-third of the total energy consumption of the global economy. Despite the recognition of energy efficiency as an engine of economic development, with proven improvements, energy consumption in the industry continues to increase due to significant increases in the volume of goods produced. Recognizing that efficient energy use is essential for a country's economic competitiveness, energy savings, especially in energy-intensive sectors such as manufacturing, are one of the most attractive and viable alternatives to meet the reduction of energy consumption and greenhouse gas (GHG) emissions.

In this context, basic motivation to carry out this study, the need arises to take a proactive attitude, with the intervention in an agri-food industry. Thus, the present work aims at the audit and energy optimization of an industrial unit of the agrifood sector, as well as the respective payback periods, calculated based on the initial investment and the energy saved. The suggested measures of rational energy utilization have always taken into account the need to preserve the company's productivity levels.

The adopted methodology was based on a dynamic analysis, using collected information considered relevant and intervening locally, where a set of measurements and registers were made, that after being processed, allowed the analysis of the conditions of energy usage in the company and the development of a set of control actions, associated to the establishment of goals to be achieved.

Calculating the energy savings associated with the production process and the refrigeration, it was possible to conclude that the suggested measures would have a strong impact in the reduction of the energy consumption, contributing to the improvement of the energy efficiency of the company, with a short payback period for each different solution presented.

Keywords: Energy Audits, energy efficiency, power management, manufacturing industry, sustainability

Índice

Resumo	ii
Abstract	iii
Índice de Figuras	iv
Índice de Tabelas	iv
Agradecimentos	vi
Simbologia e Notações	vii
1 Introdução	1
2. Fundamentos teóricos	3
2.1 Estado da Arte	3
2.2 Enquadramento Legal	7
2.2.1 Enquadramento Legal para o Consumo Energético na Indústria	7
2.2.2 ISO 50001 – Sistema de Gestão de Energia	8
2.2.3 Enquadramento Legal para Produção de Energia Descentralizada	10
2.3 Auditoria Energética	14
2.3.1 Tipos de Auditorias	14
2.3.2 Benefícios das Auditorias Energéticas	15
2.4 Medidas de Racionalização do Consumo Energético	16
2.4.1 Energia Reativa	16
2.4.2 Motores Elétricos	19
2.4.3 Sistemas de Ar Comprimido	20
2.4.4 Sistemas de Refrigeração	21
2.4.5 Iluminação	21
3. Caso de Estudo	23
3.1 Atividade da Empresa	23
3.2 Horário de Funcionamento	23
3.3 Localização da Empresa	23
3.4 Instalações	24
3.5 Processos de Funcionamento	24
4 Resultados e Discussão	29
4.1 Análise energética	29
4.1.1 Consumo de eletricidade	29
4.1.2 Análise dos Indicadores Energéticos	34
4.1.3 Desagregação de Potência e Consumo por Setor	38
4.2 Medidas de Racionalização de Consumo	39
4.2.1 Iluminação	39
4.2.2 Sistema de Refrigeração	40
4.2.3 Sistema de Ar Comprimido	42

4.2.4 Motores Elétricos	43
4.2.5 Energia Reativa	44
4.3 Dimensionamento Unidade de Produção PV	45
4.3.1 Dimensionamento UPP	45
4.3.2 Dimensionamento UPAC	46
4.4 Síntese das Medidas Propostas	48
4.4.1 Medidas de Racionalização de Consumo	48
4.4.2 Medidas de Produção PV	49
5 Conclusões e desenvolvimentos futuros	50
6 Referências	51
7 Anexos	53
Anexo A – Tubo Led	53
Anexo B – Sensor de Presença	54
Anexo C – Regulador Eletrônico de Temperatura	55
Anexo D – Esquema de Tapetes Rolantes	59
Anexo E – Interruptores de Rolamentos	60
Anexo E – Bateria de Condesadores	71
Anexo F – Módulo Fotovoltaico	73
Anexo G - Inversor	75
Anexo H – Relatório de Resultados PVSYST da UPP 148 kWp	77
Anexo I – Relatório de Resultados da UPAC 51 kWp	81

Índice de Figuras

Figura 1 - Diagrama conceptual do processo de planeamento energético.....	9
Figura 2 - Metodologia Plan-Do-Check-Act (PDCA).....	9
Figura 3 - Âmbito e Fronteiras do SGE.....	10
Figura 4 - Diminuição da potência reativa através de bancos de condensadores.....	17
Figura 5 - Localização Geográfica do Armazém da Soregi.....	23
Figura 6 - Tremonha de Receção e Tapete Elevador (figura À esquerda) e Tapete Elevador a Alimentar o Cone-Despedregador (figura à direita).....	24
Figura 7 - Lavadora.....	25
Figura 8 - Tapete de Escolha.....	25
Figura 9 - Saída do Hydrocooler.....	26
Figura 10 - Calibrador Longitudinal.....	26
Figura 11 - Processo de Embalamento.....	27
Figura 12 - Armazenamento em Câmaras de Refrigeração.....	27
Figura 13 - Expedição do Produto.....	28
Figura 14 - Energia Ativa Faturada em 2014.....	29
Figura 15 - Representação mensal por classe tarifária da Potência ativa média.....	31
Figura 16 - Distribuição percentual de energia e potência ativa por período tarifário.....	32
Figura 17 Energia consumida(tep) e unidades produzidas(t) ao longo do ano.....	34
Figura 18 Relação entre o consumo específico de energia (kgep/t) e as unidades produzidas(t).....	35
Figura 19 Variação do CEE com a produção em 2014.....	36
Figura 20 - Custo específico de energia.....	37
Figura 21 - Partição da Potência Instalada por tipo de Equipamento.....	38
Figura 22 - Partição da Energia Consumida por Processo.....	38
Figura 23 - Potência média horária da câmara frigorífica para o cenário atual e proposto.....	41
Figura 24 – Energia Consumida e Energia Produzida pela UPAC.....	47

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Horário do ciclo semanal.....	29
Tabela 2 - Número de horas semanais por período horário para HV e HI.....	32
Tabela 3 - Energia Reativa Faturada.....	33
Tabela 4 - Fator Multiplicativo Aplicado aos Escalões da Reativa.....	34
Tabela 5 - Produções e Indicadores Energéticos em 2014.....	36
Tabela 6- Cenário atual da luminária a intervir.....	39
Tabela 7- Cenário proposto da luminária.....	39
Tabela 8 - Emissões de CO2 anuais associados à iluminação.....	40
Tabela 9 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria associada à Iluminação.....	40
Tabela 10- Consumos e custos associados à câmara frigorífica para o cenário atual e para o cenário proposto.....	41
Tabela 11 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria associada à câmara frigorífica.....	42
Tabela 12 - Emissões de CO2 anuais associados à câmara frigorífica.....	42
Tabela 13- Cenário de Poupança associado ao Sistema de ar Comprimido.....	42
Tabela 14 - Cenário Atual Motores Elétricos.....	43
Tabela 15 - Cenário Proposto Motores Elétricos.....	43
Tabela 16 - Emissões de CO2 associados aos motores elétricos.....	44
Tabela 17 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria Associada aos Motores Elétricos.....	44
Tabela 18 - Cenário Atual Relativo ao Fator de Potência.....	44

Tabela 19 - Cenário Proposto Relativo ao Fator de Potência	44
Tabela 20 - Características da Bateria de Condensadores a Instalar	45
Tabela 21 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria Associada à Energia Reativa	45
Tabela 22 - Análise Económica UPP.....	46
Tabela 23 - Produção Estimada da UPAC e Destino da Energia	47
Tabela 24 - Análise Económica da UPAC.....	48
Tabela 25 - Síntese das Medidas de Racionalização de Energia	48
Tabela 26 - Síntese da Energia Produzida pelas UP	49
Tabela 27 - Síntese da Análise Económica das UP	49

Agradecimentos

À minha orientadora, Professora Doutora Marta João Nunes Oliveira Panão, pela orientação ao longo de todo este trabalho e por todo o apoio e disponibilidade demonstrados que com o seu conhecimento e elevada competência me deu contributos relevantes e imprescindíveis para a elaboração da presente investigação.

À Administração da Soregi por ter aberto caminho à investigação deste tema tão pertinente face às novas exigências do mundo atual.

Aos Colaboradores da Soregi pela disponibilidade demonstrada, sugestões pertinentes e apoio prestado no decurso deste trabalho.

À minha família pela inesgotável paciência e carinho, à Rita, minha irmã, pelo apoio incondicional nas fases mais críticas, aos meus Pais pela motivação constante ao longo da vida e, especialmente, por todo o amor e dedicação.

Aos meus amigos e colegas, pela companhia e troca de conhecimentos ao longo de todos estes anos de curso e de vida.

A todos, muito OBRIGADO!

Simbologia e Notações

CEE	Consumo Específico de Energia
CIE	Consumidor Intensivo de Energia
CUR	Comercializador de Último Recurso
EC	Energia Consumida (kWh)
EN	European Norm
ENE	Estratégia Nacional para a Energia
FER	Fontes de Energias Renováveis
FP	Fator de Potência
GEE	Gases de Efeito de Estufa
IDE	Indicadores de Desempenho Energético
IE	Intensidade Energética
IC	Intensidade Carbónica
ISO	International Organization for Standardization
LCC	Life Cycle Cost
MT	Média Tensão
NP	Norma Portuguesa
OMIE	Operador do Mercado Ibérico de Energia
P	Potência Ativa (kW)
PDCA	Plan-Do-Check-Act
PE	Poupança Energética (kWh)
PEA	Poupança Energética Anual
PEcon	Poupança Económica (€)
PNAC	Plano Nacional para as Alterações Climáticas
PRCE	Plano de Racionalização do Consumo de Energia

PRI	Período de Retorno de Investimento
PUE	Preço Unitário da Energia (€/kWh)
Q	Potência Reativa (kvar)
RESP	Rede Elétrica de Serviço Público
S	Potência Aparente (kVA)
SCE	Sistema de Certificação Energética
SERUP	Sistema Elétrico de Registo de Unidades de Produção
SGCIE	Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia
SGE	Sistema de Gestão de Energia
t	Tonelada
TIR	Taxa Interna de Retorno
U	Tensão (V)
UE	União Europeia
UP	Unidade de Produção
UPAC	Unidade de Produção de Autoconsumo
UPP	Unidade de Pequena Produção
URE	Utilização Racional de Energia
VEV	Variador Eletrónico de Velocidade
η	Rendimento

1 Introdução

Os avanços científicos e tecnológicos que ocorreram após a Revolução Industrial, e que se acentuaram nas últimas décadas, provocaram um aumento dos níveis de vida, bem-estar e qualidade de vida da população. Por outro lado, estas transformações contribuíram para a explosão demográfica atual e para a alteração dos padrões de consumo da população, que fizeram disparar a procura de bens e serviços para níveis nunca antes imaginados. Assistimos assim a um crescimento das necessidades energéticas da sociedade em geral, alimentado essencialmente com recurso à utilização de combustíveis fósseis, como o carvão, o petróleo e mais recentemente, o gás natural.

Este incessante e intensivo consumo da energia fez com que se atingissem proporções preocupantes, responsáveis por constrangimentos ambientais e económicos, nomeadamente ao nível da sobre-exploração dos recursos energéticos e das elevadas emissões de gases poluentes, destacando-se os responsáveis pelo efeito de estufa (GEE) e o agravamento da dependência económica, resultado do aumento das importações.

Como resultado, e apesar de já se terem registado melhorias consideráveis no que diz respeito à eficiência energética, será necessário implementar medidas mais significativas e ambiciosas de modo a melhorar a eficiência na utilização final de energia. Assegurando poupanças relevantes na gestão da procura de energia e na promoção de energia a partir de fontes renováveis.

Tendo em conta que em Portugal, o consumo de energia no setor industrial tem ocupado a segunda posição, representando 29,6% do consumo de energia [1], esta percentagem reflete tanto a quantidade e volume de bens produzidos, como em muitos casos, a existência de instalações antigas, com utilização de tecnologia ultrapassada e pouco eficiente e/ou a utilização da energia de forma ineficiente, implicando consumos desnecessários. Torna-se impreterível proceder à realização de auditorias energéticas de forma a aumentar a eficiência energética deste setor.

As auditorias energéticas constituem um instrumento fundamental na indústria, permitindo a caracterização energética dos equipamentos e sistemas da instalação, identificando eventuais perdas e propondo medidas de utilização racional de energia (URE), de modo a reduzir a fatura energética sem afetar a produção. A implementação destas medidas de racionalização do consumo de energia pressupõe, muitas vezes, a mudança de equipamentos, ou mesmo, a adaptação de novos equipamentos a sistemas já existentes.

Esta problemática surge assim como a motivação base para a realização da presente dissertação, que é dedicada ao estudo da eficiência energética de uma indústria do setor agroalimentar, a SOREGI.

Com o objetivo de caracterizar a sua utilização de energia e identificar e quantificar medidas de promoção da sua eficiência energética, foi tido como ponto de partida a determinação dos indicadores de desempenho energético (IDE). Quer no processo produtivo quer no armazenamento dos produtos, já que os requisitos do processo e armazenamento (temperaturas e humidade do ar) são específicos de acordo com o produto.

Pretende-se desta forma, contrariando o habitual espírito das pequenas e médias empresas que encaram muitas vezes o custo energético como inevitável não sendo visto como alvo prioritário de medidas de racionalização, identificar os pontos de atuação necessários à correção de práticas

desfavoráveis e ineficiências, no sentido de se obter uma utilização racional de energia (URE), demonstrando simultaneamente os seus benefícios.

Este estudo pressupõe ainda, outros objetivos, nomeadamente:

- Sensibilizar os gestores/administradores para as vantagens de uma utilização racional da energia;
- Identificar desperdícios energéticos na indústria em questão;
- Apresentar propostas de melhoria de forma a implementar soluções que garantam poupança de energia;
- Encontrar soluções tecno-economicamente viáveis de modo a promover a eficiência energética na indústria e consequentemente a diminuição da emissão de GEE.

2. Fundamentos teóricos

2.1 Estado da Arte

As crises energéticas dos anos setenta motivaram a economia mundial a aumentar a eficiência energética, constituindo esta, um contributo importante para a segurança energética através da redução da dependência das importações de combustíveis fósseis.

De acordo com o Eurostat, em 2015 a dependência energética da EU-28 relativamente às fontes primárias, para todas as suas atividades, foi de 54,1%, o que representou uma subida de 7,4% desde o ano 2000. Em Portugal, e apesar de se ter registado uma ligeira diminuição no consumo de energia primária de 2000 até 2012, continua a verificar-se uma fortíssima dependência energética, de 77,4% em 2015, valor muito superior à média europeia. Esta situação resulta da inexistência de produção nacional de fontes de energia fósseis, como o petróleo ou o gás natural, que têm um peso muito significativo no *mix* de consumo de energia, o que origina esta elevada taxa de dependência energética e consequentemente fortes importações de fontes energéticas de origem fóssil. [2] [3]

Mas apesar desta situação desvantajosa e tal como o previsto, houve no período atrás referido, uma redução no consumo de petróleo e carvão mineral e um crescimento da potência instalada em fontes de energias renováveis (FER) para produção de energia elétrica, o que favoreceu a diminuição das necessidades em combustíveis fósseis. [4]

Assim o incremento da aposta nas renováveis e na eficiência energética, tem permitido a Portugal baixar a sua dependência, desde 2009, para níveis inferiores a 80%. [3]

Tendo por base o compromisso assumido pelos países da UE no âmbito do Protocolo de Quioto, os Estados Membros mobilizaram-se no sentido de adotar modelos energéticos que permitissem alcançar um melhor desempenho no setor e Portugal não foi exceção. Foram então, recentemente implementadas em Portugal políticas públicas na área da energia que se baseiam num documento principal, a Estratégia Nacional para a Energia (ENE2020) e num documento acessório, mas igualmente representativo, o Plano Nacional para as Alterações Climáticas (PNAC). A agenda da ENE tem como horizonte o ano de 2020 e está enquadrada no âmbito da União Europeia (UE), na vertente referente à energia e às alterações climáticas da Estratégia Europa 2020 (EU2020), que define as seguintes metas até 2020: Emissões de gases com efeito de estufa (GEE) 20% inferiores ao nível atingido em 1990; 20% da energia proveniente de fontes renováveis no consumo global; Redução de 20% de consumo energético, por aumento da eficiência energética.[5]

Neste contexto, a ENE 2020 centra-se em 5 eixos fundamentais:

1. Agenda para a competitividade, o crescimento e a independência energética e financeira;
2. Aposta nas energias renováveis;
3. Promoção da eficiência energética;
4. Garantia da segurança de abastecimento;
5. Sustentabilidade da estratégia energética.

Apesar da grande importância de todos estes vetores, a promoção da eficiência energética, o terceiro eixo da Estratégia Nacional para a Energia 2020 é considerado como um dos principais objetivos globais da política energética nacional. Simultaneamente, a ENE 2020 define também três vetores transversais de atuação, que serão determinantes para o cumprimento dos objetivos definidos: i) utilização de tecnologias mais eficientes; ii) melhoria de processos organizativos e iii) alteração de comportamento dos agentes económicos.[5]

Políticas fortes de eficiência energética são por consequência, vitais para a execução dos principais objetivos da política energética de redução das faturas energéticas, combate às alterações climáticas e à poluição atmosférica, melhoria da segurança energética e aumento do acesso à energia. A eficiência energética pode também gerar uma série de "benefícios múltiplos", tais como o desenvolvimento macroeconómico, o incremento do orçamento público, a melhoria da saúde e do bem-estar, a produtividade industrial e os progressos na distribuição de energia. [6]

Relativamente ao setor industrial português verifica-se, no entanto, que esse tem vindo a apresentar dificuldades consecutivas que, em parte, se devem à baixa eficiência energética, sendo a gestão da energia essencial para o aumento da competitividade das empresas. Dados recentes, mostram que os sistemas acionados por motores elétricos são responsáveis por cerca de 77% do consumo de energia elétrica neste sector e que, em média, 30% desses consumos, nomeadamente devido a sistemas de bombagem, sistemas de ar comprimido, sistemas de refrigeração e sistemas de ventilação, podem ser economizados.[7]

Tendo em conta que, em 2015, apenas cerca de 48,7% do consumo de eletricidade foi assegurado por fontes renováveis, as centrais termoelétricas que utilizam processos de combustão de combustíveis fósseis, ainda têm um peso muito significativo e preocupante.[8]

Sendo a energia elétrica produzida por via térmica a que mais contribui para a emissão de gases nocivos para a atmosfera, torna-se fundamental que haja diminuição da utilização excessiva de combustíveis fósseis, através da aplicação de medidas de eficiência energética, de forma a conseguir poupanças de energia significativas. Deste modo, a eficiência energética constitui uma ferramenta eficaz e de baixo custo para alcançar o desenvolvimento sustentável de energia, tornando-se necessário melhorar a eficiência na utilização final de energia, na gestão da procura de energia e na promoção de energia a partir de fontes renováveis [9].

Em matéria de renováveis, as metas nacionais tiveram como pilar principal a Diretiva 28/2009/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 23 de abril de 2009, que introduziu a obrigatoriedade dos países membros da UE submeterem um plano de promoção da utilização de energia proveniente de fontes Renováveis. O PNAER, Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis, fixou os objetivos relativos à quota de energia proveniente de fontes Renováveis consumida nos setores dos Transportes (FER-T), Eletricidade (FER-E) e Aquecimento e Arrefecimento (FER-A&A) em 2020, para cada Estado-Membro, bem como as respetivas trajetórias de penetração, tendo em conta o ritmo de implementação das medidas e as ações previstas em cada um desses setores, bem como os efeitos de outras políticas de Eficiência Energética.[3]

Neste contexto, em 2010, Portugal apresentou o primeiro plano nacional de ação, no qual se comprometeu a atingir os objetivos estabelecidos na Diretiva, nomeadamente a meta global de 31,0% de renováveis no consumo final bruto de energia. Em 2013, Portugal reviu o seu PNAER, aprovado na Resolução de Conselho de Ministros (RCM) n.º 20/2013, mantendo o mesmo nível de ambição e exigência face ao cumprimento das metas da UE. Assim e comparando os resultados

de 2014 obtidos por Portugal e pelos restantes países da UE-28, verifica-se que em termos da meta global de FER, Portugal registou a 7ª melhor meta, 11,0 p.p. acima da média da UE-28 (16,0%), o que demonstra a sua boa prestação no âmbito da Diretiva das Renováveis e o seu elevado nível de ambição no cumprimento das metas para 2020, nomeadamente ao nível de FER-E, em que atingiu o 3º melhor desempenho, cerca de 24,6 p.p. acima da média da UE-28 (27,5%).[3]

Relativamente às metas nacionais em matéria de eficiência energética, estas tiveram como suporte a Diretiva n.º 2006/32/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, relativa à eficiência na utilização final de energia e dos serviços energéticos. Posteriormente transposta pelo Decreto-Lei n.º 319/2009, esta Diretiva estabeleceu indicativos de obtenção de economias de energia, de 9% até 2016, tendo também fixado a obrigação dos Estados-Membros apresentarem à Comissão Europeia planos de ação de Eficiência Energética. [3]

Todos os Estados-Membros viram-se assim obrigados, a publicar um plano de ação para a eficiência energética, estabelecendo metas de pelo menos 1 % de poupança de energia por ano até 2016. Em Portugal foi então aprovado, na Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008 de 20 de Maio 2008, o PNAEE, Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética 2015. O PNAEE, que inicialmente visava um conjunto de programas e medidas de eficiência energética para o período 2008-2015, estendeu-se para o período 2013-2016, através da RCM 20/2013, de 10 de abril, o PNAEE 2016. Apesar de neste segundo PNAEE se terem mantido a maioria das medidas constantes no primeiro, houve nalguns casos, necessidade de ajustar metas ou de incluir/extinguir algumas ações previstas nessas mesmas medidas, dependendo do seu estado de execução. Deste modo, a implementação deste Plano permitiu atingir, até finais de 2013, o correspondente a 63% das economias energéticas previstas, ou seja, o equivalente a 5,1% do objetivo proposto para 2016. [10]

Para o horizonte 2020, e à luz da Diretiva n.º 2012/27/UE do Parlamento e do Conselho Europeu, de 25 de outubro, relativa à Eficiência Energética (Nova Diretiva Eficiência Energética), o objetivo do limite máximo ao consumo de energia primária foi redefinido. Assim previa-se para Portugal uma redução de 20%, em 2020, tendo este valor sido corrigido para 25%. Analisando a evolução do consumo de energia primária, e apesar desta meta de Eficiência Energética ser bem mais ambiciosa, verifica-se que Portugal está no bom caminho para cumprir o objetivo a que se propôs. [3]

Relativamente ao setor industrial, o PNAEE abrange um programa designado por Sistema de Eficiência Energética na Indústria, que inclui a substituição do Regulamento de Gestão de Consumo de Energia (existente desde 1982) por um novo regulamento, denominado Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia (SGCIE). Este novo regulamento, o SGCIE, criado através do Decreto-Lei 71/2008 e alterado posteriormente pela Lei n.º 7/2013, de 22 de janeiro, e pelo Decreto-Lei n.º 68-A/2015, de 30 de abril, tem como objetivo promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações Consumidoras Intensivas de Energia (CIE), ou seja, com consumos anuais de energia superiores a 500 tep. [10]

Para alcançar estes objetivos, o SGCIE “prevê que as instalações CIE realizem, periodicamente, auditorias energéticas que incidam sobre as condições de utilização de energia e promovam o aumento da eficiência energética, incluindo a utilização de fontes de energia renováveis. Prevê ainda, que se elaborem e executem Planos de Racionalização dos Consumos de Energia, estabelecendo acordos de racionalização desses consumos com a DGEG, que contemplem

objetivos mínimos de eficiência energética, associando ao seu cumprimento a obtenção de incentivos pelos operadores (entidades que exploram instalações CIE)”. [10]

No entanto, as instalações com consumo energético inferior a 500 tep/ano ou os edifícios que se encontrem integrados na área de uma instalação CIE, podem de forma voluntária, aplicar o SGCIE e celebrar Acordos de Racionalização do Consumo de Energia com a DGEG. [11]

As sucessivas reformulações ao Sistema de Gestão dos Consumos Intensivos de Energia permitiram, igualmente, a implementação de medidas transversais dirigidas a quatro grupos tecnológicos: motores elétricos; produção de calor e frio; iluminação e outras medidas para a promoção da eficiência energética. [10]

Desta forma, a indústria portuguesa está a reassumir uma posição relevante na agenda política enquanto pilar fundamental do modelo económico-social, verificando-se o desenvolvimento de programas de apoio ao setor industrial, destinados a reforçar a sua competitividade, uma vez que apresenta um atraso tecnológico significativo relativamente aos outros países europeus [12].

É igualmente claro que a eficiência energética está no topo da agenda política, tornando-se necessário que se transformem as declarações em ações, pois só desta forma a eficiência energética poderá ser melhorada, passando de um conceito a uma realidade.

Assim, o contributo da eficiência energética é hoje em dia um fator significativo no mercado da energia, permitindo não só reduzir a procura de energia primária, como simultaneamente, contribuir para a poupança económica. Existe desta forma, uma comprovada relação de proporcionalidade direta entre o investimento em eficiência energética e a redução de emissões de CO₂ e poupanças financeiras. Relativamente a estes investimentos, os mesmos podem abranger a (i) implementação ou melhoria da gestão energética, (ii) melhoria das tecnologias e (iii) aplicação de políticas e normas.[13]

Tendo em conta que, globalmente, a indústria representa mais de um quarto do consumo total de energia final (TEF) [9], a auditoria energética constitui um instrumento fundamental ao dispor do gestor de energia, que lhe permite conhecer os consumos de energia e contabilizar os mesmos, interpretar dados e tomar decisões, avaliar medidas de racionalização implementadas e otimizar procedimentos. A auditoria permite conhecer onde, quando e como a energia é utilizada, qual a eficiência dos equipamentos e onde se verificam desperdícios de energia, indicando igualmente medidas com viabilidade técnico-económica para as anomalias detetadas de modo a reduzir os consumos energéticos necessários à sua atividade, sem afetar a produção.

Embora esta escalada na busca de uma maior eficiência energética tenha já percorrido um longo caminho com elevados ganhos de eficiência, os resultados estão muito aquém dos desejados. A título de exemplo, o consumo Total Final de Energia (TFE) na União Europeia, é aproximadamente, 20% superior ao justificável, com base em considerações puramente económicas. [14]

Desta forma, a eficiência energética, a utilização de fontes renováveis de energia e a descarbonização deverão afirmar-se cada vez mais como prioridades regionais, alinhadas com prioridades nacionais e europeias.

Sendo a indústria agroalimentar uma indústria com bastante importância no desenvolvimento empresarial nacional e particularmente consumidora de energia, devido essencialmente, às necessidades constantes de consumos energéticos por parte dos sistemas de frio, torna-se urgente

e da máxima importância que se mudem mentalidades, permitindo a adoção de boas práticas e afirmando, desta forma, a Eficiência Energética destas empresas como uma prioridade.

2.2 Enquadramento Legal

2.2.1 Enquadramento Legal para o Consumo Energético na Indústria

Atualmente encontra-se em vigor o Decreto-Lei nº 71/2008, de 15 de abril, que regula o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), com o objetivo de promover a eficiência energética e monitorizar os consumos energéticos de instalações consumidoras intensivas de energia. O presente decreto-lei aplica-se às instalações consumidoras intensivas de energia, ou seja, às instalações que no ano civil anterior tenham apresentado um consumo superior a 500 toneladas equivalentes de petróleo (500 tep/ano), com exceção das instalações de cogeração juridicamente autónomas dos respetivos consumidores de energia. No entanto, o regime previsto no presente decreto-lei, pode ser aplicável às empresas que tendo um consumo inferior energético aos 500 tep/ano, pretendam de forma voluntária celebrar acordos de racionalização de energia. É obrigatória a realização de auditorias periódicas, com um intervalo de seis ou oito anos, respetivamente, para consumos de energia iguais ou superiores a 1000 tep/ano e consumos de energia compreendidos entre os 500 tep/ano e os 1000 tep/ano. Com base nos relatórios das auditorias energéticas obrigatórias, é elaborado o Plano de Racionalização do Consumo de Energia (PRCE), “devendo prever a implementação, nos primeiros três anos, de todas as medidas identificadas com um período de retorno do investimento inferior ou igual a cinco anos, no caso das instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou com um período de retorno do investimento inferior ou igual a três anos no caso das restantes instalações.” [15]

O PRCE deve estabelecer metas relativas à intensidade energética e carbónica com base nas medidas previstas anteriormente, tendo em conta os seguintes indicadores: consumo específico de energia (CEE), intensidade energética (IE) e intensidade carbónica (IC) expressos pelas relações empíricas (1), (2) e (3).

$$CEE = \frac{\text{Energia Primária Consumida (kgep)}}{\text{Produção (ton)}} \quad (1)$$

$$IE = \frac{\text{Energia Primária Consumida (kgep)}}{\text{Valor Acrescentado Bruto(€)}} \quad (2)$$

$$IC = \frac{\text{Quantidade de Gases Emitida (kgCO}_2\text{)}}{\text{Energia Primária Consumida (tep)}} \quad (3)$$

As metas exigem uma melhoria do consumo específico de energia e da intensidade energética de pelo menos 6% em 6 anos, para as instalações com consumo de energia igual ou superior a 1000 tep/ano, ou melhoria de 4% em 8 anos para as restantes instalações.

Em relação à intensidade carbónica, devem no mínimo ser mantidos os valores históricos. Segundo o Despacho nº 17449/2008 [16], a Auditoria Energética consiste num levantamento detalhado de todos os aspetos relacionados com o uso de energia, ou que de alguma forma contribuam para a caracterização dos fluxos energéticos. Tendo como objetivos a caracterização energética dos equipamentos e sistemas existentes e a identificação das medidas com viabilidade técnico-económica a implementar, de modo a aumentar a eficiência energética e ou a reduzir a fatura energética associada às atividades da instalação em questão.

2.2.2 ISO 50001 – Sistema de Gestão de Energia

A 15 de junho de 2011, foi publicada a norma ISO 50001 – Sistemas de Gestão de Energia, elaborada pela *International Organization for Standardization* (ISO), tendo como base a norma europeia EN 160001:2009. A ISO 50001 é aplicável em qualquer região do mundo, destinando-se a todo o tipo de organizações que pretendam estar na vanguarda da gestão de energia. A versão portuguesa da norma é a NP EN ISO 50001:2012. Sendo esta responsável por estabelecer os requisitos que um sistema de gestão de energia de uma organização deve ter, de modo a ajudá-la a melhorar o seu desempenho energético, aumentar a sua eficiência energética e diminuir os impactos ambientais, sem com isso afetar a sua produtividade, aumentando assim a sua competitividade no mercado.

A implementação de um Sistema de Gestão de Energia (SGE) deve assegurar os seguintes aspetos essenciais:

- Conhecimento dos consumos energéticos da organização: porquê/como/onde/quando se consome energia e quanto se consome de energia;
- Contabilização e monitorização da evolução dos consumos energéticos;
- Disponibilização de dados para a tomada de decisões sobre as medidas a adotar para a melhoria do desempenho energético;
- Adoção de medidas que permitam otimizar a utilização de energia;
- Controlo do resultado das ações de investimentos realizados para a melhoria do desempenho energético.

Na Figura 1, está representado o diagrama conceptual do processo de planeamento energético, realizado segundo a norma NP EN ISO 50001:2012 [17].

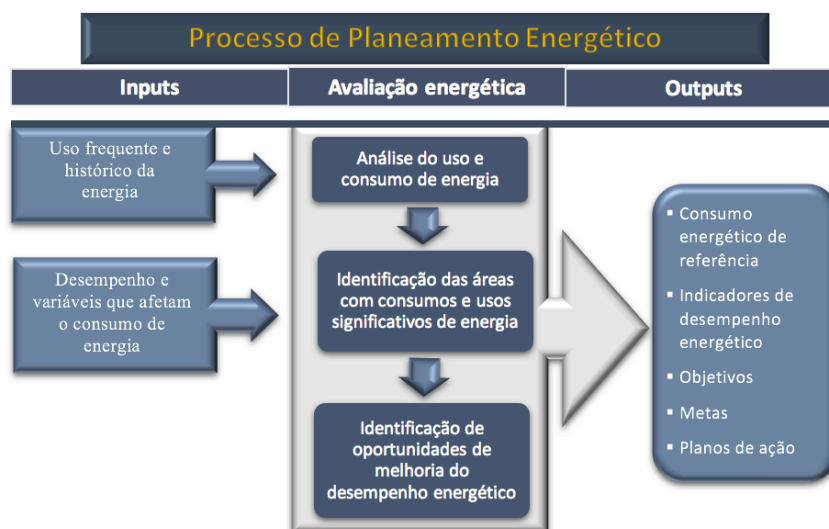


Figura 1 - Diagrama conceitual do processo de planeamento energético

Esta norma rege-se pelo ciclo *Plan-Do-Check-Act* (PDCA), que é conhecido como uma ferramenta de qualidade que promove a melhoria contínua, como ilustrado na *Figura 2*. O ciclo PDCA é compreendido pelas seguintes etapas:

- *Plan* (Planear): realizar a avaliação energética, estabelecer a linha orientadora, os indicadores de desempenho energético (IDE), objetivos, metas e planos de ação necessários para fornecer resultados de acordo com as oportunidades que vão melhorar o desempenho energético da organização;
- *Do* (Executar): implementar os planos de ação de gestão de energia definidos anteriormente;
- *Check* (Verificar): monitorizar e medir os processos e produtos principais que determinam o desempenho energético de acordo com a política adotada;
- *Act* (Atuar): face aos resultados atingidos devem ser tomadas ações que visem melhorar continuamente o desempenho do SGE.

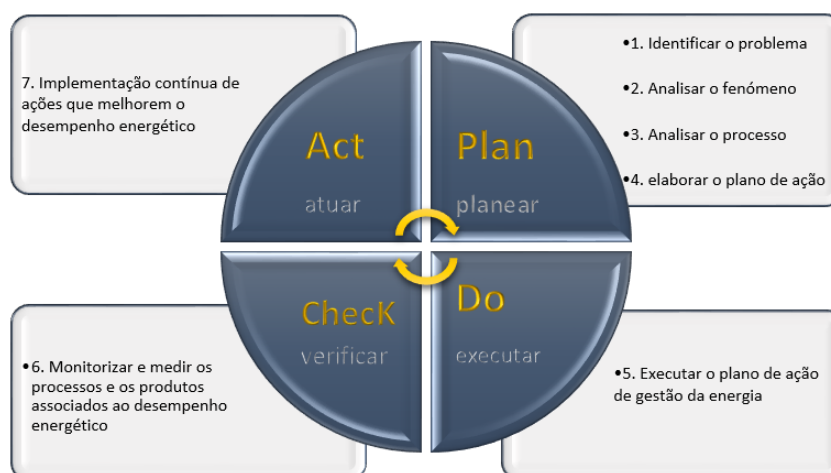


Figura 2 - Metodologia Plan-Do-Check-Act (PDCA)

Os principais benefícios que a implementação desta norma apresenta, para as organizações, são as seguintes:

- Identificar as oportunidades de melhoria;
- Garantir um maior nível de controlo;
- Melhorar a imagem;
- Demonstrar compromisso e transparência;
- Redução dos custos de energia;
- Satisfação de todas as partes interessadas.

Antes de implementar um SGE numa organização é necessário definir de forma clara o seu âmbito e as suas fronteiras. O SGE é aplicável a uma fábrica com consumo intensivo de energia, abrangida pelo Sistema de Gestão de Consumo Intensivo de Energia (SGCIE), a um edifício de serviços, abrangido pelo SCE (Sistema de Certificação Energética) e também às frotas de camiões, abrangidas pelo Regulamento de Gestão dos Consumos de Energia (RGCE) nas frotas e transportes.



Figura 3 - Âmbito e Fronteiras do SGE

2.2.3 Enquadramento Legal para Produção de Energia Descentralizada

A legislação desenvolvida no âmbito da produção de energia descentralizada tem evoluído, de modo a criar incentivos ao investimento em energias renováveis de pequena escala.

O Decreto-Lei nº 68/2002, de 25 de Março, foi o primeiro regulamento neste âmbito, aplicado à microgeração, que se destinava à produção de energia elétrica em baixa tensão para autoconsumo, sem prejuízo da possibilidade de injetar a energia excedente na rede pública, para potências até 150 kW. Este sofreu várias alterações, com o intuito de promover a produção descentralizada recorrendo a recursos renováveis, o Decreto-Lei nº 34/2011, de 8 de Março, veio introduzir o conceito de miniprodução, que permite a instalação de uma potência até 250 kW.

Devido às dificuldades operacionais de adaptação do mercado, face ao regime geral e bonificado, iniciou-se o processo de revisão no Decreto-Lei nº25/2013, de 19 de Fevereiro, que altera o regime jurídico aplicável às unidades de microprodução e miniprodução. independentemente do regime remuneratório aplicável.

No entanto, para concretizar o disposto no Plano Nacional de Ação para as Energias Renováveis, aprovado pela resolução do Conselho de Ministros nº20/2013, de 10 de abril, surge a última alteração legislativa para as atividades de produção de energia elétrica descentralizada, o Decreto-Lei nº 153/2014, de 20 de outubro. Revogando o anterior regime jurídico, foram substituídos os conceitos de microgeração e mineração, por unidades de pequena produção (UPP) e unidades de produção de autoconsumo (UPAC). Este regime incentiva o autoconsumo, penalizando a venda de energia à rede elétrica de serviço público (RESP), devendo por isso, adequar-se o modelo de produção ao perfil de consumo. As UPAC destinam-se ao consumo nas instalações, podendo ser vendido à RESP o excedente, enquanto que as UPP, toda a energia que é produzida é injetada na rede. A potência de ligação da unidade de produção (UP) não pode ser superior à potência contratada no contrato de abastecimento. No caso do autoconsumo, a produção anual deve ser inferior às necessidades de consumo, não havendo limite legal de potência instalada. As unidades de pequena produção (UPP) estão limitadas pela potência máxima de ligação de 250 kW e pela quantidade de energia produzida anualmente, que tem de ser inferior ao dobro da energia consumida. A Portaria nº 14/2015, de 23 de Janeiro, define o procedimento de registo das UP a ser realizado no Sistema Eletrónico de Registo de Unidades de Produção (SERUP) e a Portaria nº15/2015, de 23 de Janeiro, determina a tarifa de referência aplicada às UPP.

2.2.3.1 Processo de Licenciamento

Segundo a portaria a Portaria nº15/2015, de 23 de Janeiro, todas as UPP estão sujeitas a registo prévio e à obtenção de certificado de exploração. No caso das UPAC o processo de licenciamento varia com a potência:

- Potência $\leq 200W$ - isenta de registo, desde que não injete na rede a energia excedente;
- $200 W \leq \text{Potência} \leq 1,5 \text{ kW}$, ou cuja instalação não se encontre ligada a RESP, apenas necessitam de mera comunicação prévia de exploração;
- Potência $\leq 1 \text{ MW}$ – registo prévio e certificado de exploração;
- Potência $\geq 1 \text{ MW}$ – Pedido de atribuição de licença de produção e de exploração.

2.2.3.2 Remuneração de Unidades de Pequena Produção (UPP)

A energia produzida nas UPP é proveniente de fontes primárias renováveis, sendo a sua totalidade injetada na RESP. Existem três categorias para as UPP:

Categoria I – produtor que pretende apenas proceder à instalação da UPP;

Categoria II – produtor que para além da instalação de uma UPP, pretenda instalar no local tomada elétrica para o carregamento de veículos elétricos, ou seja proprietário ou locatário de um veículo elétrico.

Categoria III – produtor que para além da instalação de uma UPP, pretenda instalar no local coletores solares térmicos com uma área mínima de 2 m² de área útil de coletor ou uma caldeira a biomassa com equivalente produção anual.

A tarifa de remuneração, deste tipo de unidades de produção, é baseada num modelo de oferta de descontos à tarifa de referência. Esta tarifa de referência para 2017 foi publicada na Portaria n.º 20/2017, de 11 de janeiro, que remete para os mesmos valores da Portaria n.º 15/2015, de 23 de janeiro, definida no valor de 95 €/MWh. A este deve ser acrescido um valor de 10 €/MWh e de 5 €/MWh no caso do produtor estar enquadrado na categorias II e III, respetivamente. Para além de variar com a categoria, a tarifa de referência também varia consoante o tipo de energia primária utilizada, sendo determinada mediante as seguintes percentagens:

- Solar – 100 %;
- Biomassa – 90%;
- Biogás – 90 %
- Eólica – 70 %;
- Hídrica – 60%.

2.2.3.3 Remuneração de Unidades de Produção para Autoconsumo

A determinação do preço da energia produzida na UPAC, varia consoante o destino dessa energia, que se pode destinar ao autoconsumo ou ser vendida ao comercializador de último recurso (CUR).

Para a energia consumida nas instalações, a tarifa resulta das tarifas aplicadas pelo comercializador de energia e da diminuição de potência tomada a cada momento.

A tarifa aplicada à energia excedente produzida, que é injetada na RESP, pode ser calculada recorrendo à seguinte expressão:

$$R_{UPAC,m} = E_{fornecida,m} \times OMIE_m \times 0,9 \quad (4)$$

Em que:

$R_{UPAC,m}$ – Remuneração da eletricidade fornecida à RESP no mês m em euros (€);

$E_{fornecida,m}$ - Energia fornecida no mês m em kWh;

$OMIE_m$ – Valor resultante da média aritmética dos preços do fecho do Operador do Mercado Ibérico de Energia (OMIE), para Portugal (mercado diário), relativos ao mês m em €/kWh;

m – Mês a que se refere a contagem da eletricidade fornecida à RESP.

Uma vez que os preços do fecho do OMIE, rondam em média os 50 €/MWh, valor ao qual se aplica uma redução de 10%, esta torna-se a tarifa menos aliciante. Tendo por objetivo minimizar a energia injetada na rede, o perfil de produção deve ser adequado ao perfil de consumo.

Toda a UPAC com potência instalada superior a 1,5 kW e cuja instalação elétrica se encontre ligada à rede, está sujeita ao pagamento de uma compensação mensal fixa, nos primeiros 10 anos após a obtenção do certificado de exploração, obtida com base na seguinte expressão:

$$C_{UPAC,m} = P_{UPAC} \times V_{CIEG,t} \times K_t \quad (5)$$

Considerando:

$C_{UPAC,m}$ – Compensação paga no mês m por cada kW de potência instalada, que permita recuperar uma parcela dos custos decorrentes de medidas de política energética, de sustentabilidade ou de interesse económico geral (CIEG) na tarifa de uso global do sistema, relativa ao regime de produção de eletricidade em autoconsumo;

P_{UPAC} - Valor da potência instalada da UPAC, constante no respetivo certificado de exploração;

$V_{CIEG,t}$ - Valor que permite recuperar os CIEG da respetiva UPAC, medido em € por kW, apurado no ano t ;

K_t - Coeficiente de ponderação, entre 0 % e 50 %, a aplicar ao $V_{CIEG,t}$ tendo em consideração a representatividade da potência total registada das UPAC no Sistema Elétrico Nacional, no ano t ;

t - Ano de emissão do certificado de exploração da respetiva UPAC.

Este valor é nulo, caso a potência instalada na UPAC seja inferior a 1 % do total da potência instalada de centro eletroprodutores do Sistema Elétrico Nacional (SEN).

2.3 Auditoria Energética

Uma auditoria energética é definida por um processo sistemático, com o objetivo de obter o perfil de consumo de um edifício ou grupo de edifícios, identificando e quantificando o custo efetivo da poupança energética.

As auditorias energéticas são uma ferramenta essencial para alcançar poupanças energéticas. Estas são necessárias para avaliar o consumo energético atual e identificar as oportunidades para poupar energia. Devendo resultar em propostas de medidas concretas de redução de consumo, apresentadas aos proprietários ou gestores do edifício. Além disso, as auditorias energéticas permitem identificar e classificar quais as oportunidades de melhoria, e suas prioridades. Desta forma, as auditorias energéticas combatem a falta de informação, que é a principal barreira à eficiência energética.[18]

2.3.1 Tipos de Auditorias

A profundidade das auditorias energéticas varia com as características das instalações a auditar para a redução de energia e custos, e os parâmetros definidos pelo cliente. São quatro os tipos ou níveis de auditorias existentes:

Nível 0 – Auditoria por comparação de indicadores de eficiência energética

Este tipo de auditoria inclui a realização de uma análise preliminar detalhada do uso e custos da energia, determinando os índices de referência, com base nas faturas associadas ao consumo energético.

Nível 1 - Auditoria de Visita/Walk-Through Audit

Tal como o nome indica, é feita uma visita às instalações a auditar, sendo feita uma análise aos equipamentos consumidores de energia. Normalmente é incluída uma avaliação dos dados relativos ao consumo energético, de modo a analisar as quantidades e padrões de consumo, bem como fornecer indicadores que permitem a comparação entre instalações similares. É o tipo de auditoria que apresenta menores custos, no entanto consegue fornecer uma estimativa preliminar das poupanças e fornecer uma lista de oportunidades de poupança de baixo custo através de melhorias nas práticas operacionais e de manutenção. A auditoria de nível 1 também é uma oportunidade para recolher informações, que podem ser úteis para uma auditoria mais detalhada realizada posteriormente, caso seja apresentado um potencial de poupança que assim o justifique.

Nível 2 – Auditoria Padrão

A auditoria padrão passa a quantificar os usos e perdas de energia de uma forma mais detalhada, analisando mais detalhadamente os equipamentos, sistemas e características de operação. Esta análise também pode incluir algumas medições e testes no local, de modo a quantificar o uso e a eficiência dos vários sistemas. São usados cálculos padrão de engenharia da energia para analisar as eficiências, e para calcular a poupança energética e económica com base nas melhorias e

mudanças associadas a cada sistema. Neste caso deve também ser incluída uma análise económica das medidas de conservação recomendadas.

Nível 3 – Simulação Computacional

A auditoria de nível três inclui mais detalhe no uso da energia por sector e uma avaliação mais abrangente dos padrões de uso de energia. Estes resultados são obtidos com a utilização de programas de simulação computacional. A simulação é desenvolvida pelo auditor, tendo em conta as variáveis necessárias para prever o consumo anual de energia. O objetivo do auditor é construir uma base de comparação consistente com o consumo atual da instalação. Depois de construída a linha de consumo base, são realizadas alterações para melhorar a eficiência de vários sistemas, sendo realizada uma simulação com as alterações efetuadas, de modo a comparar os novos consumos com os consumos de base. Este método também contabiliza as interações entre sistemas, evitando a superestimação da poupança. Tendo em conta o tempo envolvido para recolher a informação detalhada sobre os equipamentos e configurar um modelo computacional preciso, este é o nível de auditoria mais dispendioso, mas pode ser o mais adequado se a instalação ou sistemas forem de natureza mais complexa. [19]

2.3.2 Benefícios das Auditorias Energéticas

2.3.2.1 Poupança Energética

O efeito mais evidente de uma auditoria energética deve ser a redução do consumo energético. As medidas de melhoria devem sempre ser apresentadas juntamente com os cálculos relativos à poupança energética.

A poupança energética (PE) é tipicamente apresentada na forma absoluta ou relativa, respetivamente segundo as seguintes equações:

$$PE_{ABS}(kWh) = EC_{cenário atual} - EC_{cenário proposto} \quad (6)$$

$$PE_{REL}(\%) = \frac{EC_{cenário atual} - EC_{cenário proposto}}{EC_{cenário atual}} \times 100 \quad (7)$$

2.3.2.2 Poupança Económica

A poupança económica (PE_{con}) está associada à poupança de energia determinada (PE_{ABS}), sendo na maior parte dos casos expressa pelo produto entre a poupança energética (PE_{ABS}) e o seu preço unitário (PUE): €/kWh

$$PE_{con}(€) = PE_{ABS}(kWh) \times PUE(€/kWh) \quad (8)$$

O preço unitário pode ser obtido através da análise das faturas energéticas.

A redução de custos é um fator fundamental na fase de decisão da viabilidade das medidas apresentadas. Permitindo a determinação do período de retorno, ou seja, o tempo necessário para recuperar os custos de investimento associados à implementação das medidas recomendadas.

2.3.2.3 Redução de Emissões

Para o cálculo da redução de emissões de CO₂ equivalentes, são utilizados fatores de conversão que variam de país para país e da forma de energia considerada.

No caso de Portugal, os fatores de conversão para tonelada equivalente petróleo (tep) de teores em energia de combustíveis selecionados para utilização final, bem como dos respetivos fatores para cálculo da Intensidade Carbónica pela emissão de gases com efeito de estufa, referidos a quilograma de CO₂ equivalente (kgCO₂e), estão publicados no Despacho n.º 17313/2008 [20]. Para efeitos deste Despacho, devem ser verificadas quais as diferentes formas de energia utilizadas na instalação de CIE em análise.

“Para a energia eléctrica, a conversão considera o rendimento eléctrico médio ($\eta_{\text{eléctrico}}$) das centrais termoeléctricas que usam combustíveis fósseis. Nestes termos, a conversão de energia eléctrica de kWh para tep é dada pela fórmula:

$$\text{Energia eléctrica (tep/kWh)} = \frac{\eta_{\text{eléctrico}}}{86 \times 10^{-6}} \quad (9)$$

Para efeitos deste Despacho e de acordo com o Anexo II da Diretiva 2006/32/CE, o valor de $\eta_{\text{eléctrico}}$ é igual a 0,4, pelo que $1 \text{ kWh} = 215 \times 10^{-6} \text{ tep}$. Para efeitos da contabilização da intensidade carbónica por emissão de gases com efeito de estufa, considera-se que o factor de emissão associado ao consumo de electricidade é igual a 0,47 kgCO₂e/kWh, de acordo com o estabelecido na Portaria n.º 63/2008 de 21 de Janeiro, 1.ª série.”[20]

2.4 Medidas de Racionalização do Consumo Energético

2.4.1 Energia Reativa

A potência ativa é a potência utilizada para realizar trabalho, enquanto que a potência reativa é usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas. Todos os equipamentos que possuam cargas indutivas, são consumidores de energia reativa, tais como transformadores, motores eléctricos, etc. Sendo estes responsáveis pela diminuição do fator de potência ($\cos\varphi$).

A adição geométrica entre a potência ativa (P) e reativa (Q) determina a potência aparente (S). O fator de potência é determinado através da razão entre a potência ativa e a potência aparente:

$$FP = \cos\varphi = \text{kWh/kVAh} = \text{kW/kVA} \quad (10)$$

A nível industrial, a maioria dos equipamentos apresenta consumo de energia reativa, portanto, devem ser aplicadas medidas de redução de potência reativa, através do aumento do fator de potência. A medida mais comum é a instalação de bancos de condensadores, ou adicionar e melhorar a distribuição dos condensadores já instalados. Os motores devem ser de alta eficiência e operar perto da sua carga ótima.

Os bancos de condensadores funcionam como capacitância que servem para contrabalançar a reatância.[21]

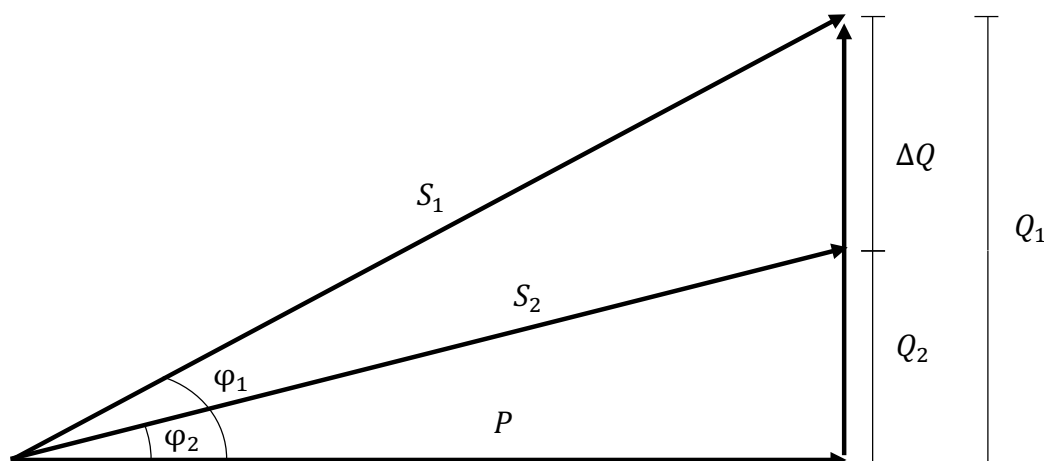


Figura 4 - Diminuição da potência reativa através de bancos de condensadores

Segundo o SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE BANCOS DE CAPACITORES PARA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA [22], para dimensionar o banco de condensadores são necessários os seguintes dados: sistema monofásico ou trifásico; tensão da linha de alimentação (U) em volts (V); frequência do sistema em Hertz (f(Hz)); valores históricos da energia ativa em kWh e da energia reativa em kvarh; horas trabalhadas em cada período; e o fator de potência desejado ($\cos\phi_2$) que deve ser superior a 0,95 (a energia reativa só é cobrada para fatores de potência inferiores a 0,95)[23].

Inicialmente devem ser calculadas as médias da potência ativa (P) e da potência reativa (Q_1), que são calculadas respetivamente, pela razão entre a energia ativa ou a energia reativa e o número de horas de trabalho no período considerado. Com base nestes valores é possível calcular a média da potência aparente, bem como o fator de potência e o ângulo de potência, dados pelas seguintes equações:

$$S_1 = \sqrt{P^2 + Q_1^2} \quad (11)$$

$$FP_1 = \cos \varphi_1 = \frac{P}{S_1} \quad (12)$$

$$\varphi_1 = \cos^{-1} \frac{P}{S_1} \quad (13)$$

Com base no valor do fator de potência desejado (FP_2), são calculados os valores alcançados após a colocação do banco de condensadores:

$$\varphi_2 = \cos^{-1}(FP_2) \quad (14)$$

$$Q_2 = P \tan \varphi_2 \quad (15)$$

$$S_2 = \sqrt{P^2 + Q_2^2} \quad (16)$$

Sendo assim possível obter a potência reativa do condensador, ou do banco de condensadores a instalar:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2 \quad (17)$$

A potência aparente (ΔS) e a potência ativa (P_l) libertadas após a colocação dos condensadores são expressas respetivamente pelas seguintes expressões:

$$\Delta S = S_1 - S_2 \quad (18)$$

$$P_l = \Delta S \cos \varphi_2 \quad (19)$$

Para sistemas trifásicos, os valores de corrente total (I_2) e de capacitância (C) do banco de condensadores a instalar são dados por:

$$I_2 = \frac{S_2}{1,7321U} \quad (20)$$

$$C = \frac{\Delta Q}{10,8828fU^2} \quad (21)$$

2.4.2 Motores Elétricos

Os motores são os maiores consumidores de energia a nível industrial. Atualmente é possível atingir poupanças energéticas instalando motores mais eficientes ou variadores eletrônicos de velocidade (VEV).

A nível europeu, a substituição dos motores menos eficientes por motores de alta eficiência, pode poupar até 202 TWh ao nível do consumo de energia elétrica, equivalente a 15,35 mil milhões de euros anuais nos custos de operação industrial. Esta medida provocaria uma redução de 79 milhões de toneladas, o que significa que cerca de um quarto do objetivo imposto pelo protocolo de Quioto à UE é alcançável com a utilização de motores de elevada eficiência.[24]

Os motores de alta eficiência usam materiais de baixa perda para reduzirem as perdas no núcleo e no cobre. A redução das perdas, significa que o motor consegue realizar o mesmo trabalho com menos energia[25]. A eficiência do motor é compreendida pelo quociente entre a potência mecânica fornecida e a potência elétrica consumida. Esta pode ser melhorada se a capacidade dos motores corresponder às necessidades reais de carga.

No caso de motores operarem como bombas ou ventiladores, a potência exigida varia com o cubo da velocidade. Portanto, uma pequena variação na velocidade resulta numa grande redução de potência [24]. O método mais comum para variar a velocidade dos motores, é a aplicação de VEV que alteram a sua capacidade. Os VEV ou variadores de frequência, proporcionam um controlo contínuo, adaptando a velocidade do motor às necessidades específicas do trabalho a ser executado. Estes são uma ótima solução para os utilizadores de velocidade ajustável, pois permitem aperfeiçoar os processos, reduzindo simultaneamente os custos energéticos e os de manutenção dos equipamentos. Os motores elétricos são mais eficientes quando operam à carga nominal (eficiências superiores a 90%). No entanto são ineficientes para cargas parciais, usando entre 60% a 80% da sua carga nominal de energia de entrada, mesmo quando operam a menos de 50% de carga. Para que o motor trabalhe de forma eficiente, é muito importante que a sua potência seja adequada à carga. Normalmente os motores são mais eficientes quando operam acima de 75% da carga nominal. Quando sobredimensionados os motores operam a cargas inferiores a 50%, tornando-se ineficientes, provocando aumentos na potência reativa diminuindo o fator de potência. Estes devem ser substituídos por equipamentos com a potência adequada, devendo estes ser de alta eficiência. A instalação de VEV gera poupanças consideráveis de energia (15%-40%) e prolonga a vida útil dos equipamentos, permitindo arranques e paragens suaves.[26]

2.4.3 Sistemas de Ar Comprimido

O uso de ar comprimido é comum na indústria e no setor dos serviços, pois a sua produção e utilização são fáceis e seguras. Na maioria das instalações industriais o ar comprimido é utilizado nos processos de produção. O ar comprimido representa cerca de 10% do consumo industrial elétrico na União Europeia. Esta é provavelmente a forma mais cara de energia de uma instalação, uma vez que apenas 19% da energia é utilizada.[26]

De acordo com o *life cycle costs (LCC)*, os gastos com a energia são o custo principal (na maior parte dos casos 5 vezes superior ao custo do equipamento), enquanto que o investimento inicial e a manutenção têm um peso pouco relevante. Otimizar os sistemas de ar comprimido pode atingir reduções no consumo energético entre 20 a 50%. Os dois fatores mais influentes nos gastos com o ar comprimido, são o tipo de controlo do compressor e o seu dimensionamento. Compressores sobredimensionados e que operam com controlo ineficiente, apresentam custos de operação mais elevados. Está provado que podem ser alcançadas poupanças elevadas, com baixos períodos de retorno, com pequenas modificações tais como: redução de fugas, adequar a produção ao consumo, reduzir a pressão ao máximo (não comprometendo as tarefas), usar um compressor mais pequeno em carga nominal em vez de um maior em carga parcial, reduzir a temperatura do ar de entrada (deve ser usado ar do exterior), aproveitar o calor libertado pelo líquido de refrigeração para aquecer as instalações no inverno, usar motores de elevada eficiência, desligar o compressor durante a noite e a hora de almoço.[26]

Num sistema de ar comprimido industrial, as fugas podem ser umas das principais fontes de desperdício de energia, desperdiçando entre 20% a 50%. Para além de desperdiçarem energia, também provocam perdas operacionais causando perdas de pressão, fazendo com que os mecanismos (ativados com ar comprimido) sejam menos eficientes afetando a produção. Os compressores têm de trabalhar excessivamente para repor o ar que é libertado através das fugas, reduzindo o tempo de vida do equipamento. Nas fábricas que usam ar comprimido no seu processo de produção, as fugas são a maior causa de perda energética. Uma vez que é impossível eliminar todas as fugas, são aceitáveis valores até 20%. A melhor maneira para detetá-las é usar um detetor ultrassónico acústico, que reconheça sons de alta frequência associados a vazamentos de ar. Com este aparelho é possível identificar todo tipo de fugas, até mesmo as mais pequenas. É possível estimar a percentagem de fugas (%Fugas), e a poupança energética anual com a reparação das mesmas ($PEA_{R\text{Fugas}}$, recorrendo às seguintes expressões:

$$\%Fugas = \frac{T}{T + t} \times 100 \quad (22)$$

$$\%EP_{red,fugas} = \%Fugas_1 - \%Fugas_2 \quad (23)$$

$$PEA_{red,fugas} = ECA \times \%EP_{red,fugas} \quad (24)$$

Na equação (22), o T representa o tempo que o compressor se encontra em carga e o t o tempo que se encontra desligado. Quando se realizam estas medições, o sistema de ar comprimido tem de estar ligado, mas não pode ser utilizado. Segundo a equação (24), o produto entre a energia

consumida anualmente pelo sistema de ar comprimido (ECA) e a redução percentual de fugas ($\%EP_{red,fugas}$) resulta na poupança energética anual ($PEA_{red,fugas}$). [26]

2.4.4 Sistemas de Refrigeração

Os sistemas de refrigeração são responsáveis pela redução da temperatura dum processo, espaço ou produto. Estes são compostos por evaporadores, responsáveis por retirar calor do espaço a arrefecer. O compressor aumenta a pressão do líquido de refrigeração, que vem aquecido do evaporador, até ao nível que permita a rejeição de calor para o ar ambiente no condensador (o líquido arrefecido volta para o evaporador). Na indústria química e na indústria de alimentos e bebidas, a refrigeração é responsável por grande parte do consumo energético das instalações. Face aos elevados custos com a energia, pequenas reduções no uso da refrigeração dão origem a poupanças significativas. Em muitas instalações, é possível reduzir até 20% dos consumos dos sistemas de refrigeração, com ações que requerem baixo ou nenhum investimento. [27]

Os responsáveis pelas instalações devem verificar os sistemas regularmente, para evitar que pequenas falhas se tornem em grandes problemas. Deve ser detetada e evitada a existência de gelo junto aos evaporadores, sujidade no condensador e ventoinhas danificadas. Bolhas à vista na tubagem são um sinal de fuga do líquido de refrigeração, estas reduzem a eficiência do sistema e aumentam a frequência da necessidade de recarga do líquido. A refrigeração só deve ser utilizada quando necessário, caso contrário deve ser desligada. O termostato deve estar definido para a maior temperatura possível, não comprometendo o produto. Aumentos na temperatura do termostato, provocam reduções nas necessidades de carga dos sistemas de refrigeração, gerando poupanças energéticas. As portas das zonas refrigeradas, devem ser mantidas fechadas (portas abertas representam tipicamente 30% dos ganhos térmicos), evitando a entrada de ar quente. Devem ser instaladas cortinas de PVC ou cortinas de ar, para diminuir as perdas quando as portas estão abertas. Os tubos devem estar devidamente isolados, reduzindo as perdas ao longo da tubagem. A iluminação deve ser de elevada eficiência ou Led, uma vez que a iluminação menos eficiente liberta mais calor, logo a iluminação mais eficiente reduz os consumos da iluminação e do sistema de refrigeração. [27]

2.4.5 Iluminação

A iluminação representa um elevado peso no consumo elétrico. Cerca de 20% no consumo elétrico mundial e 15% no europeu. 30% a 40% do consumo elétrico dos edifícios e 10% a 15% na indústria. É possível obter poupanças até 70% na energia consumida com a iluminação, com projetos com um período de retorno de investimento tipicamente inferior a 3 anos. [28]

Nos dias de hoje existem soluções sustentáveis com um elevado período de vida, para além disso procura-se instalar equipamentos que proporcionem os níveis de iluminação necessários ao desempenho das atividades, reduzindo o consumo de energia elétrica e os custos de manutenção. Existem vários tipos de lâmpadas que apresentam diferentes eficiências luminosas. Este valor representa a relação entre a quantidade de luz emitida e a quantidade de energia elétrica consumida pelo sistema, sendo expresso em lúmen por watt (lm/W). A maior parte da energia é emitida sob a forma de calor e apenas uma pequena parte é radiada como luz. No caso da existência de balastro associado, a potência consumida é sempre superior à potência nominal da

lâmpada, devido às perdas associadas ao balastro. A disposição das lâmpadas e o seu seccionamento, são fatores muito importantes na qualidade da iluminação. A disposição da luminária deve evitar o encandeamento no plano de trabalho, enquanto que o seccionamento permite desligar uma secção sempre que a iluminação não seja necessária nessa zona. Os sensores de presença associados aos sistemas de iluminação permitem reduzir os consumos energéticos, evitando que a iluminação permaneça ligada. [21]

Dependendo da função de aplicação a temperatura da cor varia. No caso de aplicações em escritórios e espaços industriais a cor mais indicada é o branco neutro, correspondente a 4000K. Valores mais elevados (cor mais azulada) proporcionam desconforto, enquanto que valores mais baixos (cor amarelada) provocam descontração. [29]

3. Caso de Estudo

3.1 Atividade da Empresa

A principal atividade da empresa centra-se na lavagem, normalização, embalagem e comercialização de cenouras. Também comercializa batatas e outros produtos hortícolas, sobretudo em situações de escassez e quando solicitado pelos clientes.

A juntar à sua produção própria, a empresa trabalha com cenoura proveniente de outros produtores, lavando, embalando e distribuindo cerca de 10 000 t/ano. Para tal, utiliza diversos tipos de embalagens, nomeadamente: sacos de plástico de 1; 1,5; 2; 3; 5; 10 e 12 kg; caixas de 12 e 15 kg; Big Bag's de +/- 1000 kg, entre outros.

3.2 Horário de Funcionamento

O período laboral normal decorre entre as 08:30 e as 17:30, com período de almoço de uma hora, entre as 12:30 e as 13:30, operando nos dias úteis semanais.

Este período tem de ser alargado sempre que surgem imprevistos, tal como avaria de alguma máquina, tanto no campo, enquanto se faz a colheita dos produtos, como na própria fábrica ou quando surge uma encomenda inesperada de última da hora, se não existir stock. Como a cenoura é um produto perecível, com características específicas, tem de ser lavado no dia em que é colhido.

3.3 Localização da Empresa

Desde 2002 que as instalações principais da empresa se encontram na Estrada Nacional N° 4 ao Km 24 no concelho de Alcochete.

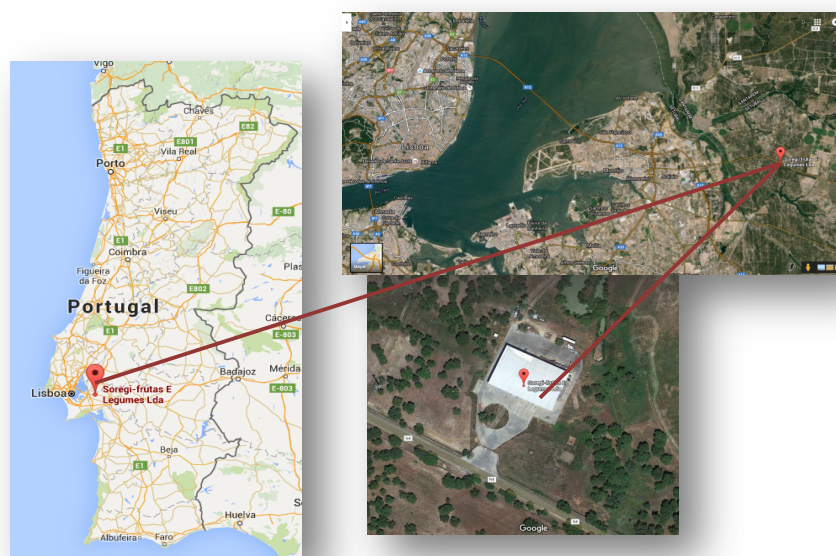


Figura 5 - Localização Geográfica do Armazém da Soregi

3.4 Instalações

A SOREGI investiu na construção de um edifício com 5 050 m² e que se divide em cinco áreas distintas:

- Unidade de produção
- 2 Câmaras de refrigeração
- Sala de materiais de embalagens
- Espaços sociais
- Escritórios

Foi construído com painéis com isolamento térmico, que proporcionam uma proteção das condições climáticas exteriores, ideal para a conservação das cenouras e também para o bom ambiente de trabalho.

Possui também um Posto de Transformação de 400 KVA, com ramal para condução até à unidade de laboração, um furo artesiano com que abastece toda a água necessária, desde o consumo humano até à lavagem da cenoura e uma estação de águas residuais.

As instalações da SOREGI são dotadas, do ponto de vista da higienização, climatização, segurança e funcionalidade dos requisitos exigidos pelo produto (a cenoura) e pelos seus parceiros comerciais, que fazem auditorias com regularidade.

Toda a organização do espaço foi feita de forma adequada ao processo de receção, produção e expedição dos produtos.

3.5 Processos de Funcionamento

1. Receção do Produto (Cenoura)

O Reboque posiciona-se junto à tremonha de receção e o produto é descarregado com todo o cuidado para que não se verifiquem alterações físicas do mesmo.

Seguidamente será transportado pelo elevador onde passa pelo derramador (onde é retirada a rama e terra). Depois o produto é transportado para um cone-despedregador onde será mergulhado em água e que por um sistema de centrifugação, fará com que todos os resíduos sólidos mais pesados desçam, e o produto siga para a lavadora.



Figura 6 - Tremonha de Receção e Tapete Elevador (figura à esquerda) e Tapete Elevador a Alimentar o Cone-Despedregador (figura à direita). Fonte: autor.

2. Lavagem

O produto é lavado num cilindro rotativo, constituído por aberturas para que possam ser retirados os resíduos sólidos existentes no mesmo.



Figura 7 – Lavadora. Fonte: autor.

3. Escolha

Depois de lavado, o produto passa por uma primeira mesa de seleção onde serão retirados aqueles que possuírem anomalias e que não apresentem qualidade para permanecer no processamento. O produto é depois transportado para a Escovadora, onde será polido de modo a ser retirado algum resíduo ainda existente. Passa depois por uma segunda mesa de seleção. Estas duas etapas de escolha permitem obter assim, produtos homogêneos e de alta qualidade.



Figura 8 - Tapete de Escolha. Fonte: autor.

4. Hydrocooling

Seguidamente o produto é transportado para o *Hydrocooler*, onde sofrerá um arrefecimento rápido com a passagem de água fria, a 2-3 ° C. Este choque térmico permite inibir a ação

bacteriana no produto, permitindo assim que as suas características se mantenham inalteráveis durante mais tempo. Depois o produto segue por um elevador para a fase da calibragem.



Figura 9 - Saída do Hydrocooler. Fonte: autor.

5. Calibração

A Calibração é efetuada de forma a não danificar o produto e a manter a sua integridade. Esta etapa permite garantir a homogeneidade do produto, valorizando-o comercialmente. Primeiramente o produto passa por um calibrador diametral que separa os calibres por diâmetro. O restante produto irá passar por dois calibradores longitudinais, permitindo a sua separação em calibres curtos ou longos, respetivamente.



Figura 10 - Calibrador Longitudinal. Fonte: autor.

6. Acondicionamento/Embalamento

Os produtos são embalados em sacos de plásticos ou outro tipo de embalagem acordado com o cliente e acondicionados em paletes. A operação visa assegurar uma correta proteção da mercadoria. Existe também o acondicionamento do produto em BigBags. Existem assim na unidade, cinco máquinas embaladoras: uma máquina 1-10 Kg, uma máquina de 10Kg, uma de 1 Kg- 5 Kg e duas de Big Bags. O produto entra numa tremonha e, através de um tapete rolante elevatório, é encaminhado para a pesadora, que as pesa consoante a pré-programação efetuada. Logo de seguida o mesmo é depositado na respetiva embalagem, e segue através de outro tapete, para o local onde o manipulador o irá acondicionar na paleta.



Figura 11 - Processo de Embalamento. Fonte: autor.

7. Armazenamento

Os produtos são armazenados nas melhores condições de higiene, em câmaras de refrigeração, de forma a minimizar as ruturas de stocks.



Figura 12 - Armazenamento em Câmaras de Refrigeração. Fonte: autor.

8. Expedição

A expedição e entrega dos produtos é assegurada por transportes que reúnem os requisitos para o efeito (higiene, segurança, climatização). São expedidos e paletizados conforme o pedido do cliente.



Figura 13 - Expedição do Produto. Fonte: autor.

4 Resultados e Discussão

4.1 Análise energética

Neste capítulo é realizada uma análise energética da instalação. Sendo esta instalação exclusivamente consumidora de energia elétrica, a primeira fase consiste no acompanhamento das faturas mensais apresentadas pelos fornecedores de energia.

Através das faturas fornecidas pela empresa referentes ao ano de 2014, é possível definir um perfil de consumo global e consequentemente permitir detetar anomalias e corrigi-las.

4.1.1 Consumo de eletricidade

A empresa em estudo tem um contrato celebrado com a Iberdrola, sendo esta abastecida em Média Tensão.

No que diz respeito ao ciclo horário, a empresa encontra-se regulamentada pelo ciclo semanal.

Através da análise das faturas, verifica-se a existência de três termos alvos de faturação, sendo estes: energia ativa, energia reativa e potência.

A energia ativa tem quatro preços conforme os períodos de consumo, sendo estes definidos por ordem decrescente em relação ao preço, como Ponta, Cheia, Vazio e Super Vazio.

Na Tabela 1 estão definidos os horários para o ciclo semanal, como é possível verificar, estes variam com os dias da semana, bem como com a hora legal. É de notar que a hora legal de Verão tem início no último domingo de Março e a hora legal de Inverno tem início no último domingo de Outubro. Os feriados nacionais para os clientes de MT com ciclo semanal são contabilizados como domingos.

Tabela 1 - Horário do ciclo semanal

Ciclo semanal para todos os fornecimentos em Portugal Continental			
Período de hora legal de Inverno		Período de hora legal de Verão	
De segunda-feira a sexta-feira		De segunda-feira a sexta-feira	
Ponta:	09.30/12.00 h 18.30/21.00 h	Ponta:	09.15/12.15 h
Cheias:	07.00/09.30 h 12.00/18.30 h 21.00/24.00 h	Cheias:	07.00/09.15 h 12.15/24.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/07.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Sábado		Sábado	
Cheias:	09.30/13.00 h 18.30/22.00 h	Cheias:	09.00/14.00 h 20.00/22.00 h
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.30 h 13.00/18.30 h 22.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/09.00 h 14.00/20.00 h 22.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h
Domingo		Domingo	
Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h	Vazio normal:	00.00/02.00 h 06.00/24.00 h
Super vazio:	02.00/06.00 h	Super vazio:	02.00/06.00 h

Utilizando os dados faturados referentes à energia ativa, foi possível traçar o seguinte gráfico:

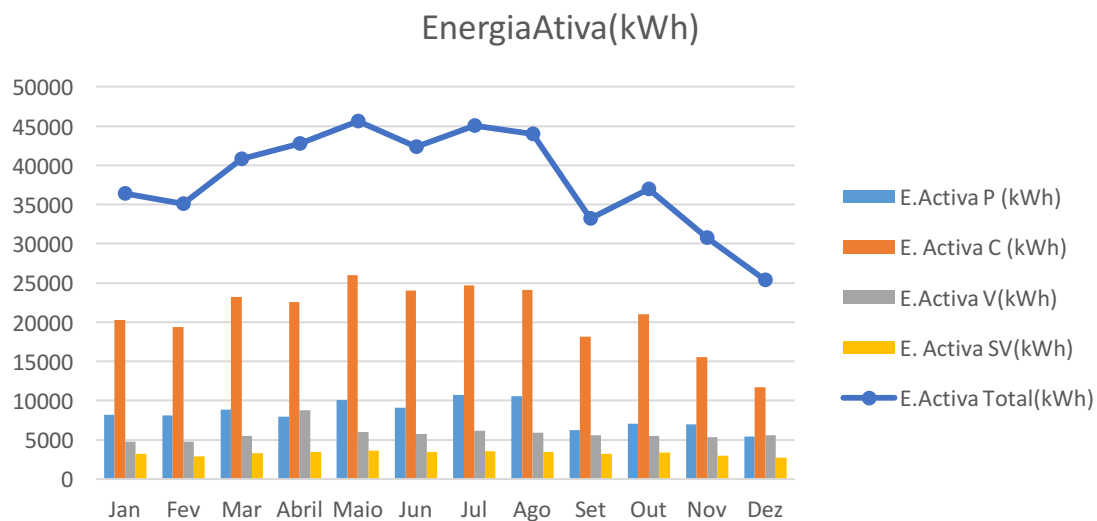


Figura 14 - Energia Ativa Faturada em 2014

No diagrama de barras estão representados os consumos mensais decompostos pelos períodos horários, correspondendo cada cor a um determinado período, como demonstra a respetiva legenda.

A linha azul escura representa a energia ativa total mensal, que tal como o nome indica é o somatório da energia ativa mensal dos quatro períodos horários.

Como se pode verificar no gráfico, o consumo mensal varia ao longo do ano, devendo-se ao facto da produção mensal ser variável consoante as encomendas e a oferta de produto.

Os consumos são superiores nos períodos de cheia e ponta, pois são estes que abrangem o horário de operação da fábrica.

É de notar a existência de consumo nas horas de vazio. Uma vez que a fábrica se encontra fechada nas horas de vazio, este consumo deve-se à maquinaria e à iluminação que permanecem ligadas durante a noite. Nos períodos de vazio, o consumo não depende da produção, ao contrário dos períodos de ponta e cheia.

A empresa em estudo, apresenta um custo anual de 41978,79€ referente à energia ativa global que corresponde a 458,47MWh. Tendo em conta estes dois valores, é possível afirmar que o preço médio da eletricidade é de 9 c€/kWh.

No caso da potência são dois os termos alvo de faturação, a potência contratada e a potência na hora de ponta. Este último termo, diz respeito à potencia média consumida no horário de ponta, sendo determinado através do quociente entre a energia ativa consumida e o número de horas de ponta no período respetivo à fatura.

A potência contratada representa o valor máximo instantâneo de energia que o consumidor pode exigir à rede. Como tal, este valor está relacionado com o dimensionamento da instalação e da rede elétrica mais próxima da instalação.

Para instalações abastecidas em MT, a potência contratada não pode ser inferior a metade do valor da potência instalada, em kVA, medida pela soma da potência nominal dos transformadores no ponto de entrega. O valor máximo instantâneo de energia consumida pela instalação registado nos últimos doze meses, também é tido em conta. No caso deste ser superior a metade da potência instalada, será este o valor faturado relativo ao termo de potência contratada. O valor da potência contratada corresponde à máxima potência ativa média em kW, registada em todos os intervalos ininterruptos de 15 minutos durante os últimos 12 meses, incluindo o mês de faturação.

Assim, a instalação apresenta uma potência instalada total de 400 kVA, o que significa que mesmo que não houvesse consumo, a empresa teria de pagar o termo mensal fixo de 200 kW relativo à potência contratada (potência disponibilizada pela rede à instalação). Uma vez que a máxima potência média registada é superior aos 200 kW, a potência contratada assume o valor de 235,57kW entre os meses de Janeiro e Maio de 2014 e de 232,55kW para o resto do ano. A diminuição deste valor significa que o valor de 235,57kW foi registado no mês de Maio de 2013.

Realizando o quociente entre a energia ativa mensal de cada período tarifário, pelo correspondente número de horas que este se encontra ativo, obtém-se a potência ativa média mensal, como representado na Figura 15.

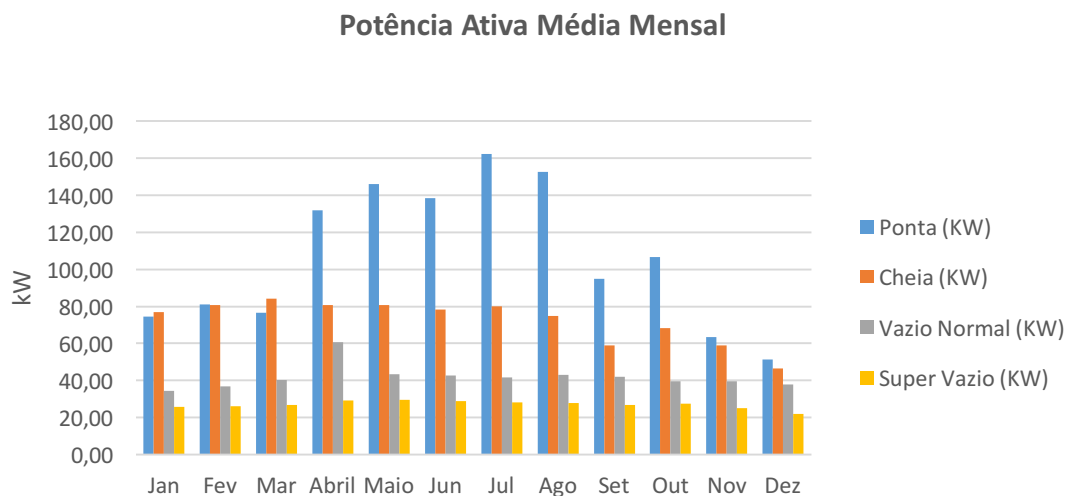


Figura 15 - Representação mensal por classe tarifária da Potência ativa média

Ao invés do verificado na Figura 14, referente à energia ativa mensal por classe tarifária, a potência apresenta valores de ponta superiores aos verificados em cheia. Isto deve-se ao número de horas que cada período se encontra ativo e à atividade realizada nesse mesmo horário. Os valores de potência média mensal no período de ponta são mais elevados entre Abril e Outubro. Pois na hora legal de verão, o período de ponta está ativo entre as 9:15 e as 12:15, período em que a fábrica se encontra em operação. Na hora legal de inverno, este também se encontra ativo entre as 18:30 e as 21:00 (período em que a fábrica está encerrada), provocando o decréscimo no valor da potência ativa média mensal no período de ponta.

Na Figura 16 pode facilmente ser consultada, a representatividade de cada período tarifário no consumo de potência e energia ativa.

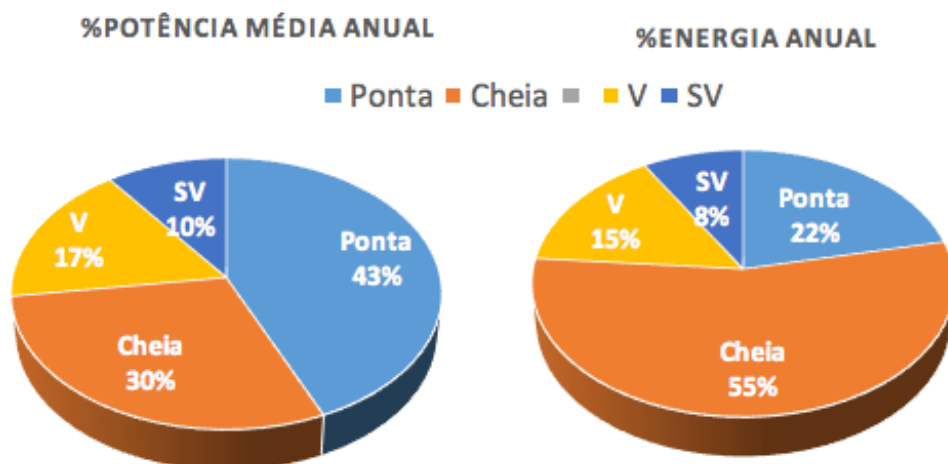


Figura 16 - Distribuição percentual de energia e potência ativa por período tarifário

Como se pode observar na Figura 16, o período de cheia representa mais de metade da energia consumida anualmente, pois é o período que se encontra ativo durante mais horas.

Observando a Tabela 2, verifica-se que o período de ponta é o que se encontra ativo durante menos horas semanais. Este facto é justificado pelo horário em que este se encontra ativo, o que corresponde aos horários em que a fábrica se encontra em maior carga (Figura 16, %Potência Média Anual). Apesar disso representa 22% da energia consumida anualmente.

Tabela 2 - Número de horas semanais por período horário, para Hora de Verão e Hora de Inverno.

Períodos	Total de horas	
	Verão	Inverno
Cheia	67	77
Ponta	25	15
Vazio Normal	48	48
Super Vazio	28	28

Com os dados das faturas foi possível obter a Tabela 3, onde se encontram os valores mensais da energia reativa fornecida em vazio (ERFV), a energia reativa consumida fora de vazio (ERCFV) discriminada por escalão e os respetivos montantes.

Tabela 3 - Energia Reativa Faturada

Mês	ERFEV kvarh	ERCFV3 kvarh	ERCFV4 kvarh	ERCFV5 kvarh	ERFEV €	ERCFV €
Janeiro	1355	2850	1623	31	25,07	65,36
Fevereiro	1096	2696	2123	486	20,28	109,99
Mar	360	3161	2414	505	6,66	122,31
Abril	642	3021	2237	216	11,88	95,49
Maio	417	3499	2554	238	7,71	108,79
Jun	405	3163	2013	561	7,49	116,6
Jul	480	3443	2094	1118	8,88	161,97
Ago	699	3109	1652	295	12,93	87,65
Set	631	1944	383	3	11,67	25,42
Out	1023	2183	370	29	18,93	28,96
Nov	645	1699	579	62	11,93	32,61
Dez	459	1096	262	83	5,2	13,15
Total	8212	31864	18304	3627	148,63	968,3

Como se pode constatar através das faturas, são quatro os termos alvo de faturação relativos à energia reativa: energia reativa fornecida em vazio(ERFEV), energia reativa consumida fora de vazio (ERCFV3), ERCFV4 e ERCFV5.

O primeiro termo corresponde à energia reativa que a instalação injeta na rede nos períodos de vazio. Os restantes termos dizem respeito à energia reativa consumida pela instalação nos períodos de ponta e cheia. Os números 3, 4 e 5 indicam o escalão em função da $\text{tg}(\phi)$, respetivamente: $0,3 \leq \text{tg}(\phi) < 0,4$, $0,4 \leq \text{tg}(\phi) < 0,5$, $\text{tg}(\phi) \geq 0,5$.

A Tabela 4, exhibe o fator multiplicativo aplicado a cada um dos escalões.

Tabela 4 - Fator Multiplicativo Aplicado aos Escalões da Reativa

Escalão	Descrição	Factor multiplicativo
Escalão 1	Correspondente a $\text{tg } \varphi$ superior ou igual a 30% e inferior a 40%	0,33
Escalão 2	Correspondente a $\text{tg } \varphi$ superior ou igual a 40% e inferior a 50%	1,00
Escalão 3	Correspondente a $\text{tg } \varphi$ superior ou igual a 50%	3,00

Apesar da existência de um banco de condensadores instalado no quadro geral, a energia reativa consumida não é de todo anulada. Todos os meses existe faturação relativa aos três escalões, o que significa que o banco de condensadores pode estar subdimensionado.

4.1.2 Análise dos Indicadores Energéticos

De modo a relacionar a energia consumida mensalmente, com a quantidade de produto final produzido, foi traçado o seguinte gráfico:

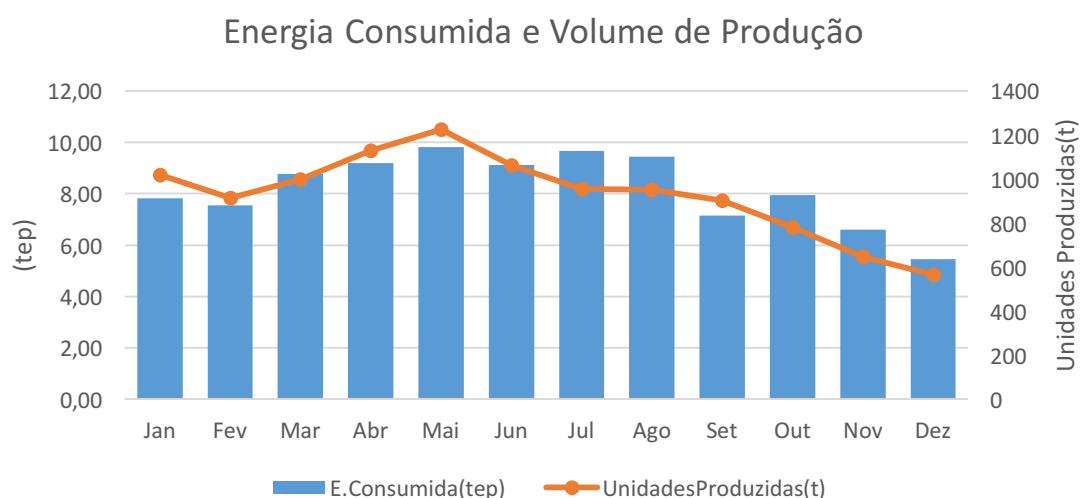


Figura 17 Energia consumida(tep) e unidades produzidas(t) ao longo do ano

É de notar que existe uma relação quase direta entre as duas variáveis, durante a maior parte dos meses.

À exceção dos meses de Julho e Agosto (onde é verificado um aumento de consumo e uma diminuição de produção face ao mês de Junho), este fenómeno é justificado pelo aumento do consumo da câmara frigorífica (opera 24h/dia independentemente da produção). Uma vez que a temperatura exterior é superior, esta tem que operar com níveis de potência superiores de forma a garantir a temperatura exigida no interior.

4.1.2.1 Análise do Consumo Específico de Energia

Sendo o consumo específico de energia um dos principais indicadores energéticos para a indústria, este encontra-se representado na Figura 18 e foi calculado através da seguinte expressão:

$$CEE = \frac{\text{Energia consumida (kgep)}}{\text{Volume de produção (unid.)}}$$

No caso de estudo, uma unidade equivale a uma tonelada (t) de produto final.

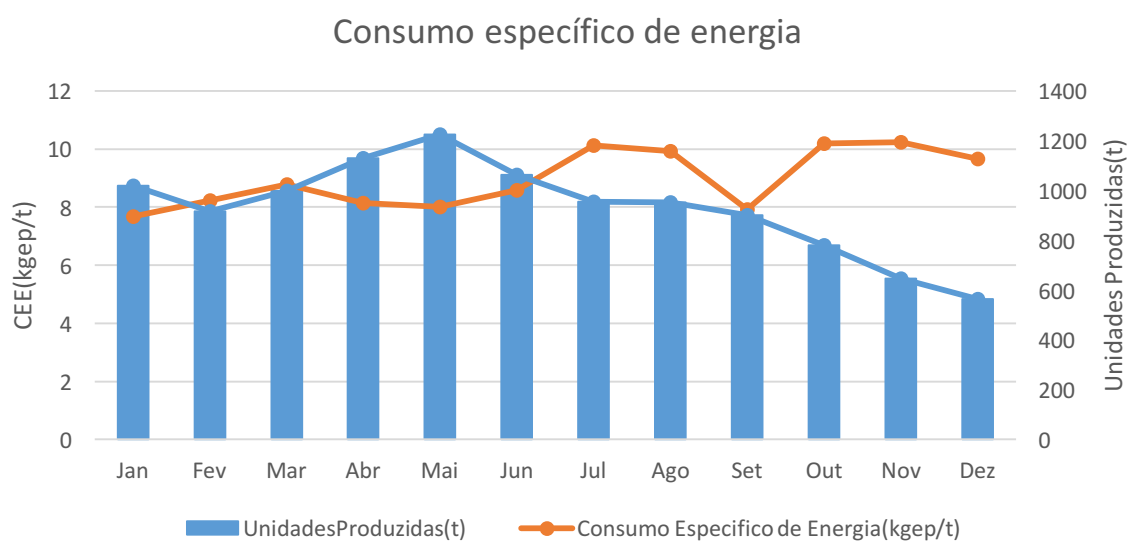


Figura 18 Relação entre o consumo específico de energia (kgep/t) e as unidades produzidas(t)

Como é de notar na grande maioria do ano, sempre que o CEE aumenta, a produção diminui e vice-versa. Este fenómeno é explicado pelo consumo base da fábrica. Mesmo que a linha de lavagem e embalamento (linhas responsáveis pela produção) não sejam acionadas, existem consumos associados à iluminação e ao armazenamento (câmara frigorífica). Quanto menor a produção, maior é o peso do consumo base. Daí os resultados observados na Figura 18.

Na Figura 19 apresenta-se a variação dos consumos específicos de energia (CEE), com as respetivas produções de 2014.

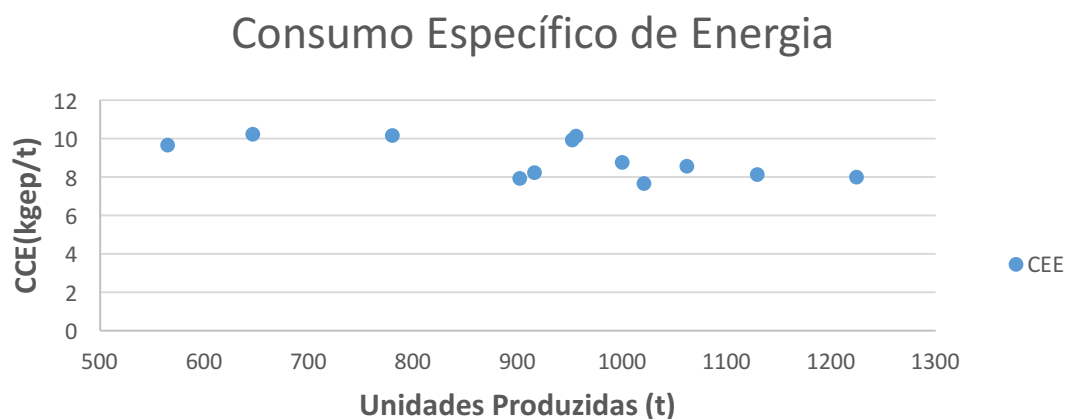


Figura 19 Variação do CEE com a produção em 2014

O valor mais elevado ocorreu em Novembro (10,24 kgpe/t). O valor mais baixo foi registado no mês de Janeiro (7,67 kgpe/t). Analisando os dados referentes ao consumo específico de energia, é possível concluir que a empresa consome em média 8,96 (kgpe/t).

Na Tabela 5 são apresentados os valores utilizados para a elaboração das figuras representadas acima.

Tabela 5 - Produções e Indicadores Energéticos em 2014

Mês	Produção(t)	CEE(Total)	
		Consumo(tep)	C.Específico (kgpe/t)
Jan	1020,361	7,83	7,67
Fev	915,781	7,54	8,24
Mar	999,715	8,78	8,78
Abr	1129,295	9,19	8,14
Mai	1224,433	9,82	8,02
Jun	1061,828	9,11	8,58
Jul	955,847	9,68	10,13
Ago	952,048	9,45	9,93
Set	901,504	7,15	7,93
Out	780,036	7,94	10,18
Nov	646,146	6,61	10,24
Dez	564,494	5,46	9,67
Total	11151,488	98,57	

Realizando o quociente entre o montante faturado e as unidades produzidas, foi possível obter o custo específico da energia para cada mês de 2014 (Figura 20).

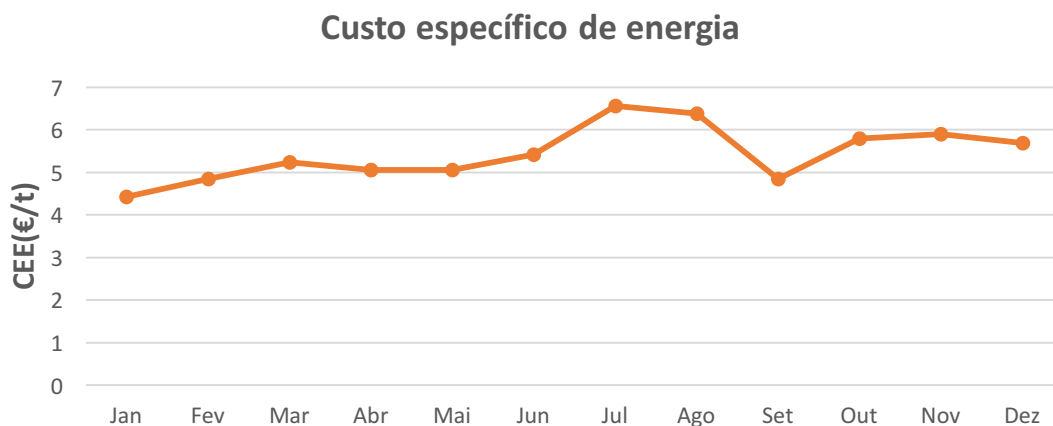


Figura 20 - Custo específico de energia

Este valor oscila entre os 4,43€ e os 6,57€ gastos em energia, para produzir uma tonelada de produto final. Sendo o valor médio anual de 5,44€/t.

4.1.2.2 Análise da Intensidade Carbónica e Intensidade Energética

Pelo produto de 458.470 kWh relativo ao consumo de energia elétrica, pelo fator de emissão associado ao consumo de eletricidade de 0,47 kgCO₂e/kWh, foram obtidas as emissões anuais dos GEE 215.481 kgCO₂. Utilizando a equação (3) com os respectivos valores anuais de emissões de GEE e consumo em toneladas equivalentes de petróleo(tep), foi obtido o resultado de 2.186 kgCO₂e/tep para a Intensidade Carbónica.

Para a intensidade energética foi obtido um valor de 0,18 kgep/€. Neste caso, este não é um dos melhores indicadores, uma vez que o preço do produto oscila muito.

4.1.3 Desagregação de Potência e Consumo por Setor

Na Figura 21, ilustra-se a distribuição percentual da potência nominal instalada, desagregada pelos diferentes tipos de sistemas de consumo energético (ordem decrescente). É de notar que 70% da potência instalada se encontra distribuída pelos sistemas acionados por motores, pelo “hidrocooling” e câmaras frigoríficas.

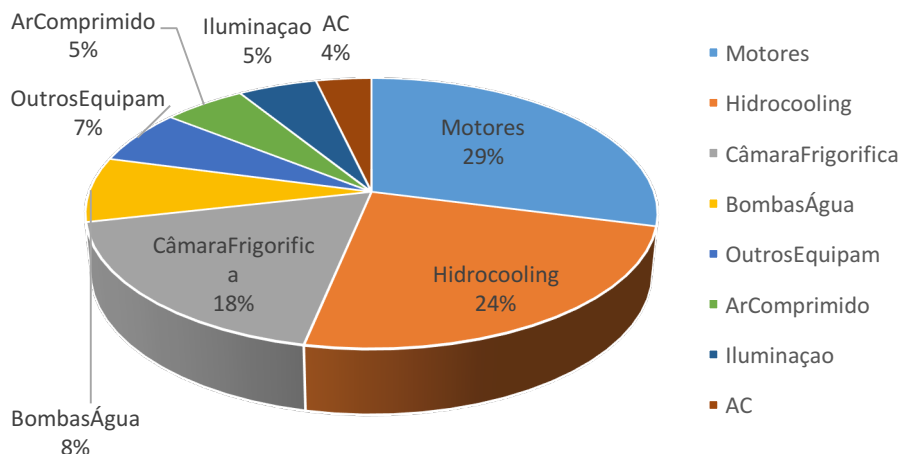


Figura 21 - Partição da Potência Instalada por tipo de Equipamento

De modo a decompor os consumos energéticos por processo (Figura 22), foram utilizados os dados recolhidos durante um dia típico de funcionamento, tais como a energia horária consumida pela instalação e pelas câmaras frigoríficas (responsáveis por todo o consumo de armazenamento), a potência da iluminação e respetivas horas de funcionamento, e o período em que a lavagem e/ou o embalamento se encontravam em operação. Através da diferença entre o consumo total das instalações e os consumos da iluminação e armazenamento, e sabendo os períodos de operação em que os processos não ocorrem em simultâneo, foi possível desagregar os consumos para os restantes processos (lavagem, embalamento e outros).

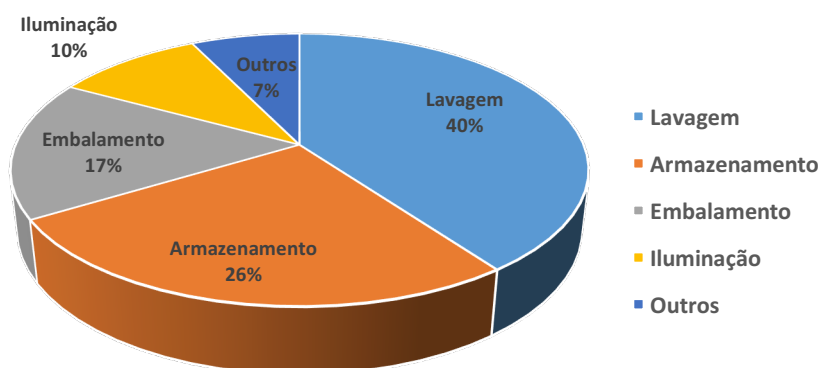


Figura 22 - Partição da Energia Consumida por Processo

Como é visível, os processos industriais representam 93% da energia consumida anualmente pela empresa. A Lavagem é o processo com mais peso, representando 40% do consumo total. É onde se encontra instalada 50% da potência total, sendo decomposta por: 24% “hidrocooling”, 18% motores e 8% bombas de água. Seguidamente aparece o Armazenamento, com uma

representatividade de 26% relativamente ao consumo energético, que está associado ao consumo das câmaras frigoríficas que representam 18% da potência instalada. Estas operam durante 24 horas por dia, daí a representatividade do consumo energético ser superior à da potência instalada. Por último, o Embalamento que representa 17% do consumo energético anual. Em termos de potência, encontra-se 17% de potência instalada neste processo, sendo 11% relativos à força motriz e os restantes 6% relativos ao sistema de ar comprimido.

4.2 Medidas de Racionalização de Consumo

4.2.1 Iluminação

A instalação em estudo já tem instaladas 114 lâmpadas de tecnologia LED, que têm sido instaladas para substituir as lâmpadas fluorescentes, quando estas atingem o final de vida. No entanto, ainda existem 174 lâmpadas fluorescentes que se encontram ligadas mais de 8 horas por dia, devendo ser substituídas pela tecnologia LED.

A proposta de melhoria, é a alteração das 174 lâmpadas fluorescentes T8 de 1,5 metros com a potência unitária de 58W, por equivalentes de tecnologia LED, com potência unitária de 22W, bem como a instalação de um sensor de presença na oficina.

Nas tabelas 6 e 7, é possível verificar o consumo anual em kWh e o custo anual em euros, respetivamente para o cenário atual e para o cenário proposto.

Tabela 6- Cenário atual da luminária a intervir.

Local	Nº lâmpadas	Potência (W)	Horas/dia	Dias/Ano	Consumo Anual (kWh)	Preço (€/kWh)	Custo Anual (€)
Armazém de Materiais	28	58	10	251	4076,2	0,1	407,62
Escritórios e refeitório	26	58	10	251	3785,1	0,1	378,51
Sala de embalamento	88	58	10	251	12811,0	0,1	1281,10
Oficina	6	58	9	251	786,1	0,1	78,61
Iluminação exterior	26	58	12	365	6605,0	0,08	528,40
Total	174				28063,5		2674,25

Tabela 7- Cenário proposto da luminária.

Local	Nº lâmpadas	Potência (W)	Horas/dia	Dias/Ano	Consumo Anual (kWh)	Preço (€/kWh)	Custo Anual (€)
Armazém de Materiais	28	22	10	251	1511,0	0,1	154,62
Escritórios e refeitório	26	22	10	251	1403,1	0,1	143,57
Sala de embalamento	88	22	10	251	4748,9	0,1	485,94
Oficina	6	22	2	251	291,4	0,1	6,63
Iluminação exterior	26	22	12	365	2448,4	0,08	200,43
Total	174				10402,9		991,18

Os valores de consumo anual foram obtidos pelo produto entre o número de lâmpadas, a sua potência e o número de horas anuais que se encontram ligadas. Como o preço da energia tem tarifários diferentes, foi considerado um preço de 10 cêntimos por kWh para a iluminação utilizada durante o dia e de 8 cêntimos por kWh para a iluminação utilizada durante a noite. Tendo em conta o custo unitário do kWh e o consumo anual, foi obtida a coluna dos custos anuais.

Com a diferença entre o cenário atual e o proposto, foi possível determinar a redução das emissões de CO₂ e a poupança anual, representadas na Tabela 8 e Tabela 9.

Tabela 8 - Emissões de CO₂ anuais associados à iluminação.

Cenário atual	Cenário Proposto	Redução
(tCO ₂ e/ano)		
13,2	4,9	8,3

Para a obtenção dos valores da tabela 8 foi utilizado o fator de conversão de 0,47 kgCO₂e/kWh. O valor de redução 8,3 toneladas de CO₂ emitidos, representa uma redução de 3,85% face às emissões anuais da instalação.

Tabela 9 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria associada à Iluminação.

Cenário Atual (€/ano)	Cenário Proposto (€/ano)	Poupança (€/ano)	Investimento (€)	Período de Retorno (anos)	Período de Retorno (meses)
2674,25	991,18	1683,07	1391,25 €	0,8	10

O valor do investimento corresponde ao necessário para a aquisição das 174 lâmpadas LED, que têm um preço unitário de 7,95€ (consultar “datasheet” em anexo) e de um sensor de presença com o custo de 7,95€. Considerando a poupança de 1683,07€ por ano, foi obtido o retorno do investimento em 10 meses. Uma vez que as lâmpadas têm uma garantia de 24 meses, asseguram-se 701,28€ de poupança. O tempo de vida útil é de 30000 horas o que perfaz uma potencial poupança de 12602,19€.

4.2.2 Sistema de Refrigeração

Atualmente as câmaras operam com uma temperatura predefinida de 2°C. Depois da análise do seu consumo diário, conclui-se que as necessidades de refrigeração são mais elevadas durante as horas de operação da fábrica. Como era expectável, uma vez que as perdas são superiores devido à abertura das portas. Durante este período foi também analisada a temperatura no interior da câmara, constando-se que a temperatura predefinida não era garantida, tendo-se registado um valor médio de 4°C.

A medida de intervenção projetada para as câmaras frigoríficas, passa por aumentar o “setpoint” para 4°C, entre as 8:30 e as 18:30, repondo o “setpoint” inicial de 2°C para as restantes horas.

De modo a estudar a sua viabilidade, foram utilizados os dados monitorizados relativos ao consumo de uma das câmaras, para cada um dos cenários. Como ilustrado na Figura 23.

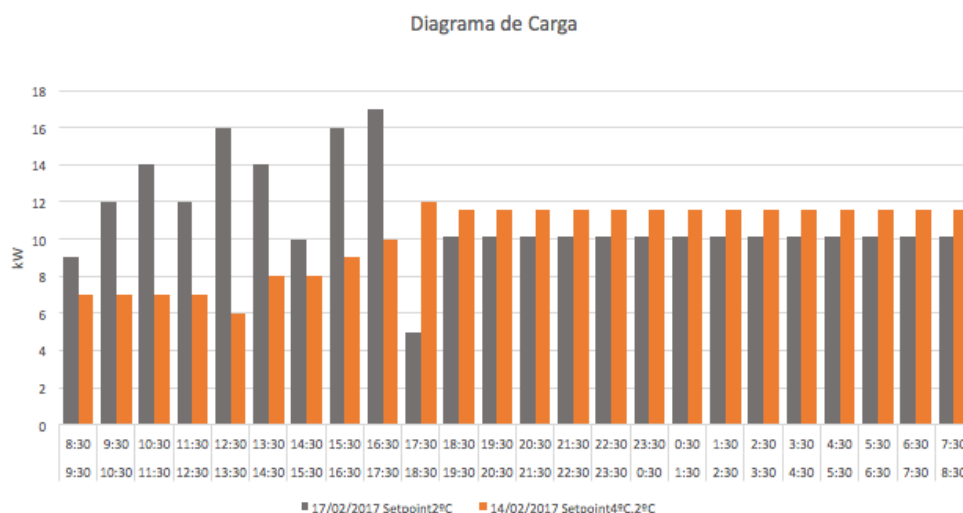


Figura 23 - Potência média horária da câmara frigorífica para o cenário atual e proposto

Os valores de potência permanecem constantes a partir das 18:30, uma vez que durante o período da noite, foi feita uma média desde dessa hora até às 8:30 do dia seguinte. No período entre as 8:30 e as 18:30, é notável a diferença de potência exigida pelo sistema de refrigeração para as duas temperaturas.

Com os dados monitorizados, foi possível obter o consumo diário, sendo assim estimado o consumo anual (Tabela 10).

Tabela 10- Consumos e custos associados à câmara frigorífica para o cenário atual e para o cenário proposto

	Consumo Diário (kWh)	Consumo Anual (kWh)	Custo Anual (€/ano)
Setpoint (2°C)	267	97455	8770,95
Setpoint (4°C/2°C)	243	88695	7982,55

O custo anual foi calculado com base no valor de 9 cêntimos por kWh.

À semelhança do que foi feito no capítulo da iluminação, realizou-se a análise económica e calculou-se a redução de emissões de CO₂, considerando a medida proposta (Tabela 11 e Tabela 12).

Tabela 11 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria associada à câmara frigorífica

Cenário Atual (€/ano)	Cenário Proposto (€/ano)	Poupança (€/ano)	Investimento (€)	Período de Retorno (anos)	Período de Retorno (meses)
8770,95	7982,55	788,40	133,80	0,17	2

O investimento está associado ao controlador eletrônico, modelo XR570C, que é programável para alterar o “setpoint” automaticamente, para as temperaturas desejadas no cenário proposto. Foi obtido um período de retorno de 2 meses.

Tabela 12 - Emissões de CO2 anuais associados à câmara frigorífica

Cenário atual	Cenário Proposto	Redução
(tCO2/ano)		
45,8	41,7	4,1

Os dados acima apresentados, só tiveram em conta o consumo de uma das câmaras frigoríficas. Uma vez que o retorno do investimento é obtido em tão pouco tempo, é sem dúvida compensatório dobrar o investimento, para instalar o controlador eletrônico na segunda câmara. Visto que ambas compartilham os compressores e que têm a mesma área e potência de evaporadores, bastou ter em conta o fator de utilização da segunda câmara (88%), para calcular a poupança real. Foi obtida uma redução de 7,7 toneladas de CO2 por ano, uma poupança anual de 1482,19€ e o investimento recuperado em 2,17 meses.

4.2.3 Sistema de Ar Comprimido

Sendo o compressor o principal consumidor de energia num sistema de ar comprimido, foram medidos os consumos durante três dias, para estimar a energia consumida anualmente pelo compressor (ECA). Recorrendo às equações apresentadas no capítulo 2.3, foi possível calcular os restantes valores apresentados na Tabela 13.

Tabela 13- Cenário de Poupança associado ao Sistema de ar Comprimido

ECA (kWh/ano)	%Fugas Atuais	%Fugas Aceitáveis	PEA (kWh/ano)	Pecon (€/ano)	Redução de CO2 (tCO2/ano)
24333	29%	20%	6952,38	695,24	3,3

A percentagem de fugas atuais foi obtida através da expressão (22), considerando o tempo de carga do compressor de 4 minutos e o tempo de repouso de 10 minutos. Na impossibilidade de detetar as fugas com um equipamento adequado, utilizou-se o valor teórico aceitável de fugas, para obter a potencial poupança. Com uma redução de 9% das fugas, é alcançável uma redução no consumo elétrico de 6952kWh, o que representa uma poupança anual de 695,26 € e um

decréscimo nas emissões de CO₂ de 3,3 tCO₂/ano. Deve ser contatada uma empresa que possua o equipamento necessário para localizar as fugas e determinar o investimento necessário.

4.2.4 Motores Elétricos

Foram detetados motores de transporte que se encontram em funcionamento desnecessariamente, uma vez que estão ligados mesmo sem produto. Por forma a diminuir o consumo energético, devem ser instalados interruptores que permitem desligar os motores que deslocam os tapetes rolantes vazios. A presente proposta passa por instalar interruptores nas portas responsáveis por abastecer as linhas de tapetes a desligar. Esquema de tapetes no Anexo D. Para estimar o consumo dos motores foram medidas as respetivas potências consumidas, como apresentado na Tabela 14 e Tabela 15.

Tabela 14 - Cenário Atual Motores Elétricos

Nº do Motor	Potência (W)	Horas/dia	Dias/Ano	Consumo Anual (kWh)	Preço (€/kWh)	Custo Anual (€/ano)
44	608	8	251	1220,86	0,1	122,09
45	1102	8	251	2212,82	0,1	221,28
46	1102	8	251	2212,82	0,1	221,28
48	684	8	251	1373,47	0,1	137,35
49	646	8	251	1297,17	0,1	129,72
50	380	8	251	763,04	0,1	76,30
62	456	8	251	915,65	0,1	91,56
Total				9995,82		999,58

Tabela 15 - Cenário Proposto Motores Elétricos

Nº do Motor	Potência (W)	Horas/dia	Dias/Ano	Consumo Anual (kWh)	Preço (€/kWh)	Custo Anual (€/ano)
44	608	2	251	305,22	0,1	30,52
45	1102	2	251	553,20	0,1	55,32
46	1102	2	251	553,20	0,1	55,32
48	684	2	251	343,37	0,1	34,34
49	646	2	251	324,29	0,1	32,43
50	380	2	251	190,76	0,1	19,08
62	456	2	251	228,91	0,1	22,89
Total				2498,96		249,90

Com base na redução do consumo anual do cenário proposto face ao cenário atual, foram obtidos os valores para a redução de emissões de CO₂:

Tabela 16 - Emissões de CO₂ associados aos motores elétricos

Cenário atual	Cenário Proposto	Redução
(tCO ₂ /ano)		
4,7	1,2	3,5

Para aplicar a medida proposta, serão necessários 18 interruptores com alavanca de rolamentos com o modelo D4B-16N (ficha técnica no Anexo E), com o preço unitário de 35,73 € sem IVA. Na Tabela 17 é possível verificar os resultados do estudo económico.

Tabela 17 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria Associada aos Motores Elétricos

Cenário Atual (€/ano)	Cenário Proposto (€/ano)	Poupança (€/ano)	Investimento (€)	Período de Retorno (anos)	Período de Retorno (meses)
999,58	249,90	749,69	643,1	0,9	10,3

Como é de notar, a poupança anual é inferior ao valor do investimento, o que significa que o período de retorno é inferior a um ano.

4.2.5 Energia Reativa

Uma vez que na análise de consumos da instalação foram verificados valores elevados relativos à energia reativa faturada, foi realizado um estudo para dimensionar a bateria de condensadores em falta. O sistema em estudo é trifásico, alimentado por uma linha com tensão de 400V e uma frequência de 50Hz. Como a energia reativa consumida (ERCFV) só é faturada nos períodos fora de vazio, foram consideradas 4784 horas de trabalho, correspondentes ao tempo do período de cheia mais o período de ponta. Para obter a energia ativa consumida no período considerado foram somados os valores faturados relativos à energia ativa em período de ponta e cheia. Uma vez que a energia reativa só é faturada quando o seu valor é superior a 30% ($\tan \varphi = \frac{Q}{P} \geq 0,3$) da energia ativa, para ser obtido o valor da energia reativa consumida, foi necessário adicionar 30% da energia ativa consumida fora de vazio à energia reativa fatura. Com base nos dados acima apresentados e na sequência de cálculos presente no capítulo 2.3.1, foram definidas as características da bateria de condensadores a instalar.

Tabela 18 - Cenário Atual Relativo ao Fator de Potência

P (kW)	Q1 (kvar)	S1 (kVA)	FP1
73,11	33,18	80,28	0,91

Tabela 19 - Cenário Proposto Relativo ao Fator de Potência

P (kW)	Q2 (kvar)	S2 (kVA)	FP2
73,11	24,03	76,96	0,95

Tabela 20 - Características da Bateria de Condensadores a Instalar

ΔQ (kvar)	I ₂ (A)	C (μF)
9,15	111,07	105,60

Foi escolhido o condensador VarPlus Can HDuty Capacitor - 10.4/12.5 kvar - 400 V - 50/60Hz, que se enquadra nas características necessárias para corrigir o fator de potência. Sabendo que este tem um preço de 125,66 € e assumindo que a sua instalação anularia a energia reativa consumida faturada, foi elaborado o estudo do investimento:

Tabela 21 - Análise de Investimento da Medida de Melhoria Associada à Energia Reativa

Poupança (€/ano)	Investimento (€)	Período de Retorno (anos)	Período de Retorno (meses)
968,3	125,66	0,1	1,6

Foi também verificada nas faturas, a existência de energia reativa fornecida nas horas de vazio (ERFEV). Os condensadores instalados estão sobredimensionados para os períodos de vazio, uma vez que a carga exigida neste período é muito inferior à dos períodos fora de vazio, então, quando estes são ligados para alimentar uma pequena carga, injetam demasiada potência, indo o excedente, que não é consumido nas instalações, para a rede. Esta parcela que representa um custo de 148,63 €/ano, pode ser anulada, instalando um relógio temporizador que desligue as baterias de condensadores durante as horas de vazio.

Esta medida para além de ser aliciante do ponto de vista económico, também contribui para a redução das perdas nas redes de distribuição e nas instalações.

4.3 Dimensionamento Unidade de Produção PV

4.3.1 Dimensionamento UPP

Para o dimensionamento da UPP foi considerada a área de cobertura, com 1890 m², e as condicionantes impostas pelo Decreto-Lei n° 153/2014, apresentadas no capítulo 2.2.3 da presente dissertação.

A energia produzida foi obtida recorrendo ao software de simulação PVSYST, que inclui uma base de dados meteorológicos, e uma vasta lista de coletores e inversores. Como *input* foram definidos os seguintes parâmetros:

- Localização;
- Tipo de Coletores (coletores planos fixos);
- Inclinação 30°;

- Azimute 0°;
- N° e modelo dos módulos;
- N° e modelo dos inversores;
- Perspetiva do campo PV.

Foram utilizados 494 módulos policristalinos Upsolar UP-M300P, perfazendo uma potência de 148 kWp, e 13 inversores Kostal Piko 10. Os resultados da simulação e as fichas técnicas dos equipamentos acima mencionados, encontram-se em anexo. Tendo em conta o preço unitário de 190 € para o coletor e 2276 € para o inversor, bem como a energia produzida, 251 MWh/ano, resultante da simulação, foi elaborada a análise financeira para a UPP de 148kWp. A tarifa utilizada corresponde à tarifa publicada na Portaria n.º 20/2017, de 11 de janeiro.

Tabela 22 - Análise Económica UPP 148kWp.

				Retorno do Investimento
Vigência do Contrato	Produção Anual Estimada (MWh)	Tarifa (€/MWh)	Rendimento Anual(€)	-123 488,83 €
1	251	95,00 €	23 845,00 €	-99 643,83 €
2	251	95,00 €	23 845,00 €	-75 798,83 €
3	251	95,00 €	23 845,00 €	-51 953,83 €
4	251	95,00 €	23 845,00 €	-28 108,83 €
5	251	95,00 €	23 845,00 €	-4 263,83 €
6	251	95,00 €	23 845,00 €	19 581,17 €
7	251	95,00 €	23 845,00 €	43 426,17 €
8	251	95,00 €	23 845,00 €	67 271,17 €
9	251	95,00 €	23 845,00 €	91 116,17 €
10	251	95,00 €	23 845,00 €	114 961,17 €
11	251	95,00 €	23 845,00 €	138 806,17 €
12	251	95,00 €	23 845,00 €	162 651,17 €
13	251	95,00 €	23 845,00 €	186 496,17 €
14	251	95,00 €	23 845,00 €	210 341,17 €
15	251	95,00 €	23 845,00 €	234 186,17 €

4.3.2 Dimensionamento UPAC

No dimensionamento da UPAC, foram tidos em conta os mesmos pressupostos da UPP, acrescentando que a quantidade de energia injetada na RESP deve ser minimizada. Desta forma, foi reduzida a potência instalada, até serem obtidos os seguintes resultados:

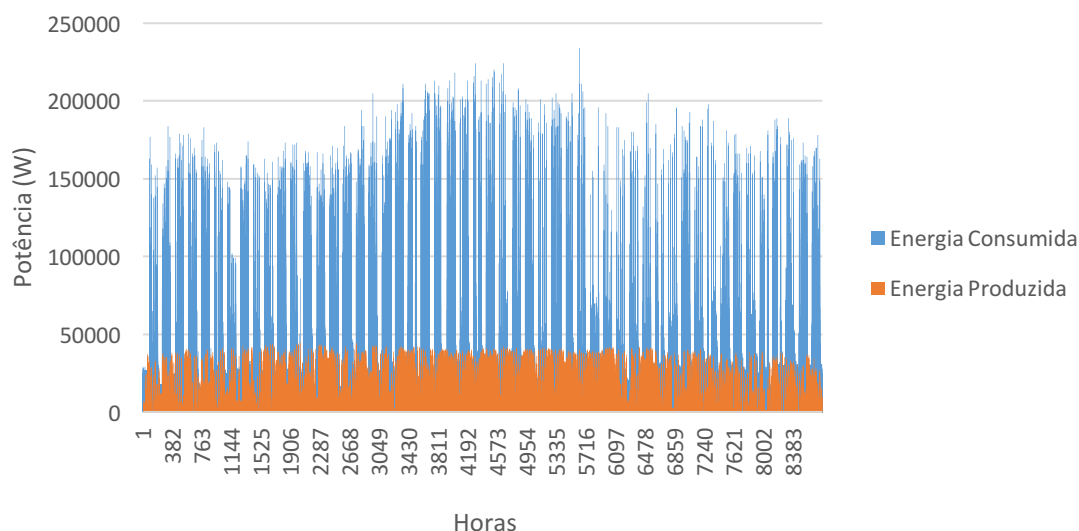


Figura 24 – Energia Consumida e Energia Produzida pela UPAC 51 kWp.

Os diagramas de consumo foram obtidos no site da EDP, que disponibiliza a potência média horária da instalação ao longo do ano. A energia produzida foi estimada através de simulação, utilizando o PVSYST. Analisando a diferença entre o consumo e a produção para cada hora do ano, foram calculados os valores apresentados na Tabela 23.

Tabela 23 - Produção Estimada da UPAC 51 kWp e Destino da Energia.

Energia Consumida (kWh/ano)	Produção Estimada da UPAC (kWh/ano)	Energia Autoconsumida (kWh/ano)	Energia Injetada na RESP (kWh/ano)
462486	88253	83141	5112
	19,1%	94,2%	5,8%

Observando os valores da Tabela 23, é possível concluir que a UPAC produz 19,1 % da energia consumida nas instalações, sendo 94,2 % destinados ao autoconsumo e os restantes 5,8 % injetados na RESP. Neste caso seriam necessários 171 módulos Upsolar UP-M300P e 5 inversores Kostal Piko 10. Na tabela encontram-se os resultados do estudo do investimento.

Tabela 24 - Análise Económica da UPAC 51 kWp.

					Retorno do Investimento
Vigência do Contrato	Produção Anual Estimada (kWh)	Tarifa (€/kWh)	Rendimento Anual (€)	Rendimento Anual +Inflação de 1,4%	-43 884,13 €
1	88253	0,11 €	9 707,81 €	9 707,81 €	-34 176,33 €
2	88253	0,11 €	9 707,81 €	9 843,71 €	-24 332,61 €
3	88253	0,11 €	9 707,81 €	9 981,53 €	-14 351,09 €
4	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 121,27 €	-4 229,82 €
5	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 262,97 €	6 033,15 €
6	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 406,65 €	16 439,79 €
7	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 552,34 €	26 992,13 €
8	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 700,07 €	37 692,21 €
9	88253	0,11 €	9 707,81 €	10 849,87 €	48 542,08 €
10	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 001,77 €	59 543,85 €
11	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 155,80 €	70 699,65 €
12	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 311,98 €	82 011,63 €
13	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 470,35 €	93 481,97 €
14	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 630,93 €	105 112,90 €
15	88253	0,11 €	9 707,81 €	11 793,76 €	116 906,67 €

A inflação de 1,4%, deve-se à inflação que a preço da energia sofre todos os anos, correspondendo ao valor de 2017 face ao ano de 2016, que por sinal foi o valor mais baixo dos últimos 10 anos.

4.4 Síntese das Medidas Propostas

4.4.1 Medidas de Racionalização de Consumo

A Tabela 25 ilustra resumidamente, o conjunto de medidas propostas, o investimento e o respetivo potencial de poupança.

Tabela 25 - Síntese das Medidas de Racionalização de Energia

Medida	Redução Anual do Consumo Energético			Investimento
	kWh	tep	Euros (€)	Euros (€)
Iluminação	17650,67	3,79	1683,07	1149,79
Sistema de Refrigeração	16468,80	3,54	1482,19	267,60
Motores Elétricos	7496,87	1,61	749,69	643,14
Energia Reativa			1116,93	125,66
Ar Comprimido	6952,38	1,49	695,24	*
Total	48568,72	10,44	5727,12	2186,19

*A determinar

Das medidas propostas, é identificado um potencial de poupança energética de 10,59 %, tendo por base o consumo de 98,57 tep/ano.

4.4.2 Medidas de Produção PV

Analisando a Tabela 26, é possível concluir que a UPP representa uma penetração de renováveis de 55 %, e uma consequente redução das emissões de 117,97 toneladas de CO₂/ano. Em relação à UPAC, verifica-se uma penetração renováveis de 19% e uma redução das emissões de 41,48 toneladas de CO₂/ano.

Tabela 26 - Síntese da Energia Produzida pelas UP

UP	Produção Anual		Redução CO2
	kWh	tep	kgCO2e
UPP 148 kWp	251000	53,97	117970,00
UPAC 51 kWp	88253	18,97	41478,80

De forma a facilitar a comparação entre os dois investimentos para as UP propostas, foi elaborada a seguinte tabela:

Tabela 27 - Síntese da Análise Económica das UP

UP	Final do ciclo de vida			
	Investimento	TIR	LCC	Lucros
	€	%	€/kWh	€
UPP 148 kWp	123 488,83 €	19%	0,02 €	472 636,17 €
UPAC 51kWp	43 884,13 €	22%	0,02 €	244 317,80 €

A UPAC apresenta uma Taxa Interna de Retorno (TIR) de 22 %, superior aos 19 % da UPP, no entanto, os lucros gerados pela UPP, considerando o ciclo de vida dos coletores de 25 anos, são bastante superiores aos da UPAC.

5 Conclusões e desenvolvimentos futuros

Atualmente existe um enquadramento legal para as indústrias CIE, que estabelece metas de eficiência energética e a obrigatoriedade de realizarem auditorias periódicas, caso o seu consumo seja superior a 500 tep/ano.

Como foi demonstrado, no presente trabalho, é possível otimizar os consumos energéticos, mesmo nas unidades industriais com consumo muito inferior ao previsto na legislação. A indústria auditada apresenta consumos de 98,57 tep/ano, no entanto, foram detetadas medidas que permitem uma redução de 10,44 tep/ano, representando uma redução de cerca de 11 % do consumo energético. É de notar que esta redução nos consumos não afeta os níveis de produção e que todas as medidas de URE são técnico-economicamente viáveis, apresentando PRI inferiores a um ano.

Sendo a economia portuguesa constituída maioritariamente por PME, cujos consumos podem estar aquém dos 500 tep/ano, conclui-se que o Decreto-Lei nº 71/2008, de 15 de abril, que regula o Sistema de Gestão de Consumos Intensivos de Energia (SGCIE), deve ser revisto com o objetivo de abranger um maior leque de empresas, de forma a contribuir para o cumprimento das metas da ENE 2020.

Depois de terem sido apresentadas soluções para reduzir o CEE e a IE da instalação, foram apresentadas duas propostas de UP fotovoltaicas, que sendo uma fonte limpa, contribui para a redução da intensidade carbónica (IC). A UPP permite reduzir 55 % a IC e a UPAC 19 %. Para além do contributo ambiental, estas revelaram ser um bom investimento, apresentando taxas internas de retorno (TIR) de 19 % e 22 %, respetivamente. Apesar dos PRI serem de 5 e 6 anos, este tipo de projetos apresenta períodos de vida de 25 anos, o que permite obter valores de 0,02 €/kWh produzido, valor muito inferior aos 0,09 €/kWh pagos pela energia consumida na instalação em questão para o ano de referência, 2014.

6 Referências

- [1] ADENE, “Guia Da Eficiência Energética,” *Guia Da Eficiência Energética*, p. 94, 2012.
- [2] eurostat, “Eurostat,” *Energy dependence*, 2017. [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/eurostat/tgm/table.do?tab=table&init=1&language=en&pcode=tsdcc310&plugin=1>. [Accessed: 02-May-2017].
- [3] Direção-Geral de Energia e Geologia, “Energia em Portugal,” pp. 1–106, 2014.
- [4] Direção-Geral de Energia e Geologia, “renováveis estatísticas rápidas nezebro 2013,” pp. 1–22, 2013.
- [5] Agência para a Energia, “ADENE,” 2017. [Online]. Available: <http://www.adene.pt>. [Accessed: 01-Jan-2017].
- [6] International Energy Agency, “Energy Efficiency Market Report 2016,” 2016.
- [7] Adene, “Soluções para melhorar os sistemas accionados por motores eléctricos,” 2013.
- [8] A. P. DO AMBIENTE, “RELATÓRIO DO ESTADO DO AMBIENTE 2016,” 2016.
- [9] International Energy Agency, “Capturing the Multiple Benefits of Energy Efficiency: Executive Summary,” *Capturing Mult. Benefits Energy Effic.*, pp. 18–25, 2014.
- [10] Assembleia da República, *Resolução do Conselho de Ministros n.º 80/2008*, vol. 1ª serie, no. N.º 97. 2008, pp. 2824–2865.
- [11] Diário da Republica, “Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril,” *Act.Gov.Pt*, pp. 2222–2226, 2008.
- [12] PWC (Portugal), “Principais desafios da indústria em Portugal - 2013 - Uma abordagem coerente para a dinamização do setor,” p. pp 48, 2013.
- [13] E. A. Abdelaziz, R. Saidur, and S. Mekhilef, “A review on energy saving strategies in industrial sector,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 15, no. 1, pp. 150–168, 2011.
- [14] COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS, *LIVRO VERDE Estratégia europeia para uma energia sustentável, competitiva e segura {SEC(2006) 317} PT*, no. 3. 2006.
- [15] *Decreto-Lei n.º 71/2008 de 15 de Abril do MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO*. 2008.
- [16] Diário da República, *Despacho n.º 17449/2008 Direcção-Geral de Energia e Geologia*. 2008.
- [17] IPQ, “NP EN ISO 50001:2012 - Sistemas de gestão de energia - Requisitos e linhas de orientação para a sua utilização,” 2012.
- [18] Comissão Europeia, “Guidance note on Directive 2012/27/EU on energy efficiency, amending Directives 2009/125/EC and 2010/30/EC, and repealing Directives 2004/8/EC and 2006/32/EC Article 8: Energy audits and energy management systems,” *System*, 2013.
- [19] W. J. Thumann, Albert; Niehus, Terry; Younger, *Handbook of Energy Audits*, 9th Edition.
- [20] Diário da República, *Despacho n.º 17313/2008 do MINISTÉRIO DA ECONOMIA E DA INOVAÇÃO*. 2008.

- [21] V. Magueijo *et al.*, “Medidas de Eficiência Energética Aplicáveis à Indústria Portuguesa: Um enquadramento tecnológico sucinto,” *Medidas Eficiência Energética Indústria -SGCIE*, 2010.
- [22] T. M. de Souza and I. Bianchi, “SOFTWARE PARA DIMENSIONAMENTO DE BANCOS DE CAPACITORES PARA CORREÇÃO DO FATOR DE POTÊNCIA,” vol. 1993, no. April 1994, 2016.
- [23] Entidade Reguladora dos Serviços Energéticos, “Informação sobre Facturação de Energia Reactiva - Princípios e Boas Práticas,” 2010.
- [24] R. Saidur, N. A. Rahim, H. W. Ping, M. I. Jahirul, S. Mekhilef, and H. H. Masjuki, “Energy and emission analysis for industrial motors in Malaysia,” *Energy Policy*, vol. 37, no. 9, pp. 3650–3658, 2009.
- [25] G. A. McCoy and J. G. Douglass, “Energy Management for Motor Driven Systems,” vol. Revision 2, 2000.
- [26] R. Saidur, N. A. Rahim, and M. Hasanuzzaman, “A review on compressed-air energy use and energy savings,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 14, no. 4, pp. 1135–1153, 2010.
- [27] Carbon Trust, “Refrigeration Systems - Guide to key energy saving opportunities,” 2011.
- [28] EDP, “Soluções de Eficiência PME - Iluminação Eficiente.” [Online]. Available: https://energia.edp.pt/media/440926/iluminacaoeficiente_edp_pme_151021.pdf.
- [29] Iberdrola, “Manual de Boas Práticas Energéticas.” [Online]. Available: https://www.iberdrola.pt/02sicb/gc/prod/pt_PT/aboutus/docs/MANUAL_BOAS_PRACTICAS.pdf.

7 Anexos

Anexo A – Tubo Led


DATA SHEET

TUBOS, PANTALLAS Y LINEAL LED

Tubo LED T8 Nano PC 1500mm Conexión un Lateral 22W 130lm/W



Parámetros Técnicos

Potencia	22 W
Alimentación	220-240V AC
Multitensión	85-265V AC
Frecuencia	50-60 Hz
Luminosidad	2860 lm
Eficiencia	130 lm/W
Ángulo de Apertura	300°
CRI	80
Factor de potencia	0.90
Fuente Lumínica	Epistar-SMD 2835
Vida Útil	30.000 Horas
Tª Ambiente Trabajo	-20°C ~ +45°C
Dimensiones	Ø28x1500 mm
Material	PC
Difusor	Opal
Certificados	CE & RoHS

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Tubo LED T8 de 1500mm con una única conexión lateral, cabezal rotatorio, difusor opal y cubierta fabricada en Policarbonato (PC).

Monta una fuente lumínica SMD2835 de la compañía Epistar, que junto a sus componentes de alta calidad consiguen una eficiencia de hasta 130 lm/W. Su conexión directa a la red permite una instalación fácil y rápida, eliminando el consumo residual de reactancias y cebadores, además de conseguir una mayor durabilidad, un menor mantenimiento, un encendido instantáneo y la ausencia del efecto flicker (parpadeo de la luz). Funcionamiento sin ruidos y carcasa resistente a impactos.

CERTIFICATES



Anexo B – Sensor de Presença



DATA SHEET

DETECTORES DE PRESENCIA

Detector de Presencia 360° Superficie



Parámetros Técnicos

Alimentación	220 V
Frecuencia	50-60 Hz
Ángulo Detección	360°Horizontal – 160°Vertical
Protección	IP20
Tª Ambiente Trabajo	-20°C ~ +40°C
Material	PCB
Marco	Blanco
Distancia de Detección	9 m
Tiempo Retardo Mínimo	3 Segundos
Tiempo Retardo Máximo	7 Minutos
Certificados	CE & RoSH
Garantía	2 Años

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Detector de movimiento montaje sobre pared con 360° de cobertura horizontal, 160° vertical y hasta 9 metros de campo de detección a 1-2 metros de altura.

Capaz de captar emisiones invisibles infrarrojas procedentes de cualquier fuente de calor sin emitir ningún tipo de radiación.

El detector activa su circuito de salida cuando una fuente de calor se mueve delante del interruptor y se desactiva una vez se deje de captar el movimiento, tras un tiempo de retardo regulable.

- Instalación en pared
- Temporización y sensibilidad luminosa ajustables.

Cargas máximas recomendadas:

- Led: 200VA
- Incandescencia: 1000 W.
- Fluorescencia compensada: 250 VA.
- Halógenos baja tensión: 500 VA.
- Halógenas (230 Vc.a.): 1000 W.
- Lámparas bajo consumo: 200 VA.

CERTIFICATES



Anexo C – Regulador Eletrónico de Temperatura

Installing and Operating Instructions

rel.1.0 - cod.1592008310

XR570C
with built-in RS485

CONTENTS

1. General Warning 1
2. General description 1
3. Controlling loads 1
4. Front panel commands 1
5. Clock functions 2
6. list of Parameters 2
7. digital inputs 3
8. Installation and mounting 3
9. Electrical connections 3
10. RS485 Serial communication 3
11. Use of the programming "HOT KEY" 3
12. Alarm signals 3
13. technical data 3
14. Connections 4
15. default setting values 4

1. GENERAL WARNING

1.1 PLEASE READ BEFORE USING THIS MANUAL

- This manual is part of the product and should be kept near the instrument for easy and quick reference.
- The instrument shall not be used for purposes different from those described hereunder. It cannot be used as a safety device.
- Check the application limits before proceeding.

1.2 SAFETY PRECAUTIONS

- Check the supply voltage is correct before connecting the instrument.
- Do not expose to water or moisture: use the controller only within the operating limits avoiding sudden temperature changes with high atmospheric humidity to prevent formation of condensation.
- Warning: disconnect all electrical connections before any kind of maintenance.
- Fit the probe where it is not accessible by the End User. The instrument must not be opened.
- In case of failure or faulty operation send the instrument back to the distributor or to "Dixell s.r.l." (see address) with a detailed description of the fault.
- Consider the maximum current which can be applied to each relay (see Technical Data).
- Ensure that the wires for probes, loads and the power supply are separated and far enough from each other, without crossing or intertwining.
- In case of applications in industrial environments, the use of mains filters (our mod. FT1) in parallel with inductive loads could be useful.

2. GENERAL DESCRIPTION

All the models of this series are connectable to the XJ500 monitoring system through the two terminals of serial port RS485.

Model XR570C, 32x74 mm format, is a microprocessor based controllers suitable for applications on medium or low temperature refrigerating units. It's provided with three relay outputs to control compressor, defrost - which can be either electrical or hot gas -, the evaporator fans and alarm or auxiliary output. It's also provided with two PTC or NTC probe inputs configurable by the User, one for temperature control, the other to control the defrost end temperature of the evaporator. Two digital inputs (free contact) are configurable by parameter and an internal buzzer for acoustic signal. Each instrument is fully configurable through special parameters that can be easily programmed through the keypad.

3. CONTROLLING LOADS

3.1 THE COMPRESSOR

The regulation is performed according to the temperature measured by the thermostat probe with a positive differential from the set point. If the temperature increases and reaches set point plus differential the compressor is started and then turned off when the temperature reaches the set point value again.

In case of fault in the thermostat probe the start and stop of the compressor are timed through parameters "COOn" and "COF".

3.2 FAST FREEZING

When defrost is not in progress, it can be activated the keypad by holding the \blacktriangle key pressed for about 3 seconds. The compressor operates in continuous mode for the time set through the "CCt" parameter. The cycle can be terminated before the end of the set time using the same activation key, \blacktriangle for about 3 seconds.

3.3 DEFROST

Three defrost modes are available through the "tdF" parameter: defrost with electrical heater, hot gas or thermostatic defrost. The defrost interval is control by means of parameter "EdF": (EdF = in) the defrost is made every "tdF" time, (EdF = Sd) the interval "tdF" is calculate through Smart Defrost algorithm (only when the compressor is ON and the evaporator temperature is bigger than "SdF" parameter).

At the end of defrost the drip time is controlled through the "Fdt" parameter.

3.4 CONTROL OF EVAPORATOR FANS

The fan control mode is selected by means of the "FnC" parameter:

FnC = C- fans will switch ON and OFF with the compressor and not run during defrost;

FnC = C-y fans will run continuously, but not during defrost.

FnC = O- fans will switch ON and OFF with the compressor and run during defrost.

FnC = O-y fans will run continuously also during defrost.

After defrost, there is a timed fan delay allowing for drip time, set by means of the "FnD" parameter.

An additional parameter "FSI" provides the setting of temperature, detected by the evaporator probe, above which the fans are always OFF. This can be used to make sure circulation of air only if his temperature is lower than set in "FSI".

4. FRONT PANEL COMMANDS

SET

To display target set point; in programming mode it selects a parameter or confirm an operation.
By holding it pressed for 5s the instrument Stand By started (if it is enable)
By holding it pressed for 3s when max or min temperature is displayed it will be erased.

\blacktriangle

To start a manual defrost

\blacktriangledown

To see the max. stored temperature; in programming mode it browses the parameter codes or increases the displayed value. By holding it pressed for 3s the fast freezing cycle is started

\blacktriangledown

To see the min stored temperature; in programming mode it browses the parameter codes or decreases the displayed value. By holding it pressed for 3s the auxiliary relay is switched ON or OFF (if it is configured)

KEY COMBINATIONS:

\blacktriangle + \blacktriangledown To lock & unlock the keyboard.

SET + \blacktriangle To enter in programming mode.

SET + \blacktriangledown To return to the room temperature display.

4.1 USE OF LEDS

Each LED function is described in the following table.

LED	MODE	Function
	ON	Compressor enabled
	FLASHING	- Programming Phase (flashing with LED) - Anti-short cycle delay enabled
	ON	Fan enabled
	FLASHING	Programming Phase (flashing with LED)
	ON	Defrost enabled
	FLASHING	Drip time in progress
	ON	Fast freezing enabled
	ON	- ALARM signal - In "Pr2" indicates the parameter is also present in "Pr1"
AUX	ON	Auxiliary relay is ON

4.2 HOW TO SEE THE MIN TEMPERATURE

- Press and release the \blacktriangledown key.
- The "Lo" message will be displayed followed by the minimum temperature recorded.
- By pressing the \blacktriangle key or waiting for 5s the normal display will be restored.

4.3 HOW TO SEE THE MAX TEMPERATURE

- Press and release the \blacktriangle key.
- The "Hi" message will be displayed followed by the maximum temperature recorded.
- By pressing the \blacktriangledown key or waiting for 5s the normal display will be restored.

4.4 HOW TO RESET THE MAX AND MIN TEMPERATURE RECORDED

To reset the stored temperature, when max or min temperature is displayed:

- Press SET key until "ST" label starts blinking.

4.5 HOW TO SEE THE SET POINT

- Push and immediately release the SET key; the display will show the Set point value;
- Push and immediately release the SET key or wait for 5 seconds to display the probe value again.

4.6 HOW TO CHANGE THE SETPOINT

- Push the SET key for 3 seconds to change the Set point value;
- The value of the set point will be displayed and the and LEDs start blinking;
- To change the Set value push the \blacktriangle or \blacktriangledown arrows within 10s.
- To memorise the new set point value push the SET key again or wait 10s.

4.7 HOW TO START A MANUAL DEFROST

Push the DEF key for more than 2 seconds and a manual defrost will start.

4.8 TO ENTER IN PARAMETERS LIST "PR1"

To enter the parameter list "Pr1" (user accessible parameters) operate as follows:

- Enter the Programming mode by pressing the Set and UP key for few seconds (and start blinking).
- The instrument will show the first parameter present in "Pr1"

1592008310 XR570C GB.doc

XR570C with built in RS485

1/4

António Joaquim Bastos de Jesus
Relógio

55

Dixell

Installing and Operating Instructions

rel.1.0 - cod.1592008310

4.9 TO ENTER IN PARAMETERS LIST "PR2"

To enter in the parameter list "Pr2" (installer level) operate as follows:

To access parameters in "Pr2" a security code is required.

- To enter in "Pr1" level.
- Select "Pr2" parameter and press the "SET" key.
- The "PAS" flashing message is displayed, shortly followed by "0 -" with a flashing zero.
- Use Δ or ∇ to input the security code in the flashing digit; confirm the figure by pressing "SET". The security code is "321".
- If the security code is correct the access to "Pr2" is enabled by pressing "SET" on the last digit.

NOTE: each parameter in "Pr2" can be removed or put into "Pr1" (user level) by pressing "SET" + ∇ . When a parameter is present in "Pr1" LED () is on.

4.10 HOW TO CHANGE THE PARAMETER VALUE

To change the parameter's value operate as follows:

- Enter the Programming mode.
- Select the required parameter with Δ or ∇ .
- Press the "SET" key to display its value \ast and \ast LED starts blinking.
- Use Δ or ∇ to change its value.
- Press "SET" to store the new value and move to the following parameter.

To exit: Press SET + UP or wait 15s without pressing a key.

NOTE: the new programming is stored even when the procedure is exited by waiting the time-out.

4.11 HOW TO LOCK THE KEYBOARD

- Keep pressed for more than 3 s the Δ and ∇ keys.
- The "POF" message will be displayed and the keyboard is locked. At this point it is only possible the viewing of the set point or the MAX o Min temperature stored.

4.11.1 TO UNLOCK THE KEYBOARD

Keep pressed together for more than 3s the Δ and ∇ keys.

4.12 STAND BY FUNCTION

If the stand-by function is enabled (Onf = 1), by holding pressed the SET key for 5s., the instrument shows "OFF". The stand-by function switches OFF all the relays and stops the regulation. During the stand by if a XJ500 is connected, it does not record the instrument data and alarms.

N.B. When the instrument is under Stand-by, all the relays are under power supply. Don't connect any loads to the normal closed contact of the relays.

5. CLOCK FUNCTIONS

5.1 TO DISPLAY CURRENT HOUR AND DATE

- Enter parameter list "Pr1" (press SET + ∇ for some seconds)
- The controller displays the parameter rC
- Press SET key, the controller displays the following labels
 h (hour) and the current hour
 Min (Minute) and the current minutes
 dAY (day) and the current day, Mon (Monday), Tue (Tuesday), Wed (Wednesday), Thu (Thursday), Fri (Friday), Sat (Saturday), Sun (Sunday)
 Press ∇ key or wait for 5 seconds to go back to normal temperature display.

5.2 TO PROGRAM HOUR, DATE AND HOLYDAY

- Enter parameter list "Pr1" (press SET + ∇ for some seconds)
- The controller displays the parameter rC
- Press SET key, the controller displays hour and date.
- By pressing SET it will be possible to program the current hour, date and the 3 week end days
- Press ∇ key or wait for 5 seconds to go back to normal temperature display.

6. LIST OF PARAMETERS

Hy Differential: (0.2°C ÷ 30.0°C/1°F÷54°F) Intervention differential for set point, always positive. Compressor Cut IN is Set Point Plus Differential (Hy). Compressor Cut OUT is when the temperature reaches the set point.

LS Minimum set point limit: (-50.0°C/-SET/-58°F÷SET) Sets the minimum acceptable value for the set point.

US Maximum set point limit: (SET ÷ 150°C / SET ÷ 302°F) Set the maximum acceptable value for set point.

OdS Outputs activation delay at start up: (0÷255 min) This function is enabled at the initial start up of the instrument and inhibits any output activation for the period of time set in the parameter. (AUX and Light can work)

AC Anti-short cycle delay: (0÷30 min) interval between the compressor stop and the following restart.

CdI Thermostat override: (0min ÷ 23h 50min) allows to set the length of the continuous cycle. Can be used, for instance, when the room is filled with new products.

Con Compressor ON time with faulty probe: (0÷255 min) time during which the compressor is active in case of faulty thermostat probe. With Con=0 compressor is always OFF.

COF Compressor OFF time with faulty probe: (0÷255 min) time during which the compressor is off in case of faulty thermostat probe. With COF=0 compressor is always active.

DISPLAY

CF Temperature measurement unit: °C = Celsius; °F = Fahrenheit. When the measurement unit is changed the SET point and the values of the regulation parameters have to be modified

rES Resolution (for °C): (in = 1°C; de = 0.1°C) allows decimal point display.

de = 0.1°C
 in = 1°C

LoD Local display: select which probe is displayed by the instrument:
 P1 = Thermostat probe
 P2 = Evaporator probe
 P3 = auxiliary probe
 Ir2 = difference between P1 and P2 (P1-P2)

Red Remote display: select which probe is displayed by the remote display (XW-REP)
 P1 = Thermostat probe
 P2 = Evaporator probe
 P3 = auxiliary probe
 Ir2 = difference between P1 and P2 (P1-P2)

DEFROST

tdF Defrost type:

IE = electrical heater (Compressor OFF)
 rT = thermostat defrost. During the defrost time "tdF", the heater switches On and OFF depending on the evaporator temperature and "dIE" value.
 in = hot gas (Compressor and defrost relays ON)

EdF Defrost mode:

in = Interval mode. The defrost starts when the time "tdF" is expired.
 Sd = Smart Defrost mode. The time IdF (interval between defrosts) is increased only when the compressor is running (even non consecutively) and only if the evaporator temperature is less than the value in "SdF" (set point for SMARTFROST).

SdF Set point for SMARTFROST:

(-30÷30 °C/-22÷86 °F) evaporator temperature which allows the IdF counting (interval between defrosts) in SMARTFROST mode.

dIE Defrost termination temperature:

(-50.0÷110.0°C/-58÷230°F) (Enabled only when the evaporator probe is present) sets the temperature measured by the evaporator probe which causes the end of defrost.

IdF Interval between defrosts:

(1÷120n) Determines the time interval between the beginning of two defrost cycles

MdF (Maximum) duration of defrost:

(0÷255 min) When P2P = n, no evaporator probe, it sets the defrost duration, when P2P = y, defrost end based on temperature, it sets the maximum length for defrost.

dFd Display during defrost:

rt = real temperature;
 It = temperature reading at the defrost start;
 Set = set point;
 dEF = "dEF" label;
 dEG = "dEG" label;

dAd Defrost display time out:

(0÷255 min) Sets the maximum time between the end of defrost and the restarting of the real room temperature display.

FdF Drain down time:

(0÷60 min) Time interval between reaching defrost termination temperature and the restoring of the control's normal operation. This time allows the evaporator to eliminate water drops that might have formed due to defrost.

dPo First defrost after start-up:

y = Immediately;
 n = after the IdF time

dAF Defrost delay after fast freezing:

(0min÷23h 50min) after a Fast Freezing cycle, the first defrost will be delayed for this time.

FANS

Fnc Fan operating mode:

C-n = running with the compressor, OFF during the defrost;
 C-y = running with the compressor, ON during the defrost;
 O-n = continuous mode, OFF during the defrost;
 O-y = continuous mode, ON during the defrost;

Fnd Fan delay after defrost:

(0÷255 min) The time interval between the defrost end and evaporator fans start.

FSt Fan stop temperature:

(-50÷110°C/-58÷230°F) setting of temperature, detected by evaporator probe, above which the fan is always OFF.

ALARMS

ALC Temperature alarm configuration

IE = High and Low alarms related to Set Point
 Ab = High and low alarms related to the absolute temperature.

ALU High temperature alarm setting:

ALC = IE, 0 ÷ 50°C or 90°F
 ALC = Ab, ALL ÷ 110°C or 230°F
 when this temperature is reached and after the ALd delay time the HA alarm is enabled.

ALL Low temperature alarm setting:

ALC = IE, 0 ÷ 50°C or 90°F
 ALC = Ab, -50°C or -58°F ÷ ALU
 when this temperature is reached and after the ALd delay time, the LA alarm is enabled.

AFH Temperature alarm and fan differential:

(0.1÷25.5°C, 1÷45°F) Intervention differential for temperature alarm set point and fan regulation set point, always positive.

ALd Temperature alarm delay:

(0÷255 min) time interval between the detection of an alarm condition and the corresponding alarm signalling.

dAO Delay of temperature alarm at start-up:

(0min÷23h 50min) time interval between the detection of the temperature alarm condition after the instrument power on and the alarm signalling.

EdA Alarm delay at the end of defrost:

(0÷255 min) Time interval between the detection of the temperature alarm condition at the end of defrost and the alarm signalling.

dot Delay of temperature alarm after closing the door:

(0÷255 min) Time delay to signal the temperature alarm condition after closing the door.

doA Open door alarm delay:

(0÷255 min) delay between the detection of the open door condition and its alarm signalling: the flashing message "dA" is displayed.

tBA Buzzer and alarm relay silencing:

by pushing one of the keypad buttons.

nPS Pressure switch number:

(0 ÷ 15) Number of activation of the pressure switch, during the "dd" interval, before signalling the alarm event (I2F = PAL).

ANALOGUE OUTPUT 4÷20 mA (OPTIONAL)

AOS Analogue output start point: (-50÷110°C or -58÷230°F). Sets the temperature at which the analogue output begins.

APb Analogue output band width: (-50÷110°C or -58÷230°F) sets the width of the regulation band for the analogue output. If APb is positive then it is above the start point and the kind of action is direct (condenser application). If APb is negative then it is below the start point and the kind of action is inverse (evaporator application).

CAO Input type for the analogue output: four input types can be selected:
 P1 = room probe temperature, **P2** = evaporator probe temperature, **P3** = temperature of the third probe
 Ir2 = temperature difference between the room probe and the evaporator probe

PROBE INPUTS

Ot Thermostat probe calibration: (-12.0÷12.0°C/-21÷21°F) allows to adjust possible offset of the thermostat probe.

OE Evaporator probe calibration: (-12.0÷12.0°C/-21÷21°F) allows to adjust possible offsets of the evaporator probe.

O3 Auxiliary probe calibration: (-12.0÷12.0°C/-21÷21°F) allows to adjust possible offsets of the evaporator probe.

P2P Evaporator probe presence:
 n = not present; the defrost stops only by time; **y** = present: the defrost stops by temperature and time.

P3P Auxiliary probe presence: **n** = not present; **y** = present.

Pbr Regulation probe selection:
 P1 = Thermostat probe
 P2 = Evaporator probe
 P3 = Auxiliary probe
 Ir2 = P1-P2

HES Temperature increase during the Energy Saving cycle: (-30.0°C ÷ 30.0°C / -22÷86°F) sets the increasing value of the set point during the Energy Saving cycle.

DIGITAL INPUTS

odc Compressor and fan status when open door:
 no = normal;
 Fan = Fan OFF;
 CPn = Compressor OFF;
 F.C = Compressor and fan OFF.

1592008310 XR570C GB.doc

XR570C with built in RS485

2/4

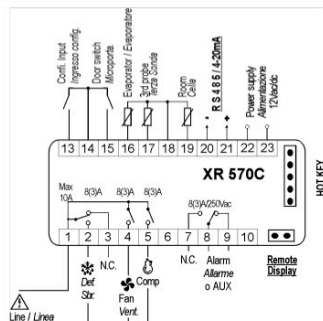
Dixell		Installing and Operating Instructions		rel.1.0 - cod.1592008310																																		
<p>1IP Door switch input polarity: CL : the digital input is activated by closing the contact; OP : the digital input is activated by opening the contact.</p> <p>12P Configurable digital input polarity: CL : the digital input is activated by closing the contact; OP : the digital input is activated by opening the contact.</p> <p>12F Digital input operating mode: configure the digital input function: EAL = generic alarm; bAL = serious alarm mode; PAL = Pressure switch; dFr = Start defrost; AUS = Relay AUX actuation; Es = Energy Saving; onF = remote On/OFF.</p> <p>did Time interval delay for digital input alarm: (0-255 min.) Time interval to calculate the number of the pressure switch activation when I2F=PAL. If I2F=EAL or bAL (external alarms), "did" parameter defines the time delay between the detection and the successive signalling of the alarm.</p>																																						
<p>TO SET CURRENT TIME AND WEEKLY HOLIDAYS</p> <p>Hur Current hour (0 ~ 23 h) Min Current minute (0 ~ 59min) dAY Current day (Sun ~ Sat) Hd1 First weekly holiday (Sun ~ nu) Set the first day of the week which follows the holiday times. Hd2 Second weekly holiday (Sun ~ nu) Set the second day of the week which follows the holiday times. Hd3 Third weekly holiday (Sun ~ nu) Set the third day of the week which follows the holiday times.</p> <p>N.B. Hd1,Hd2,Hd3 can be set also as "na" value (Not Used).</p>																																						
<p>TO SET ENERGY SAVING TIMES</p> <p>ILE Energy Saving cycle start during workdays: (0 ~ 23h 50 min.) During the Energy Saving cycle the set point is increased by the value in HES so that the operation set point is SET + HES. dLE Energy Saving cycle length during workdays: (0 ~ 24h 00 min.) Sets the duration of the Energy Saving cycle on workdays. ISE Energy Saving cycle start on holidays: (0 ~ 23h 50 min.) dSE Energy Saving cycle length on holidays: (0 ~ 24h 00 min.) HES Temperature increase during the Energy Saving cycle (-30~30°C / -54~54°F) sets the increasing value of the set point during the Energy Saving cycle.</p>																																						
<p>TO SET DEFROST TIMES</p> <p>Ld1+Ld8 Workday defrost start (0 ~ 23h 50 min.) These parameters set the beginning of the eight programmable defrost cycles during workdays. Ex. When Ld2 = 12.4 the second defrost starts at 12.40 during workdays. Sd1+Sd8 Holiday defrost start (0 ~ 23h 50 min.) These parameters set the beginning of the eight programmable defrost cycles on holidays. Ex. When Sd2 = 3.4 the second defrost starts at 3.40 on holidays.</p> <p>N.B. : To disable a defrost cycle set it to "nu" (not used). Ex. If Ld6=nu ; the sixth defrost cycle is disabled.</p>																																						
<p>OTHER</p> <p>aA3 Auxiliary relay configuration: ALr = Alarm Relay AUs = Auxiliary relay Adr RS485 serial address (1-247): Identifies the instrument address when connected to a ModBUS compatible monitoring system. PbC Probe type selection: (NTC or PTC) select the type of probe used OnF Stand-by function: 0 = Stand-by function not enabled. 1 = Stand-by function enabled (under SET key control). Rel Release software: (read only) Software version of the microprocessor. Ptd Parameter table: (read only) It shows the original code of the dixell parameter map. Pb3 Probes display: (read only) display the temperature values of the evaporator probe Pb2 and the auxiliary probe Pb3. Pr2 Access to the protected parameter list (read only).</p>																																						
<p>7. DIGITAL INPUTS</p> <p>XR570C can support up to 2 free contact digital inputs. One is always configured as door switch, the second is programmable in seven different configurations by the "12F" parameter.</p>																																						
<p>7.1 DOOR SWITCH INPUT</p> <p>It signals the door status and the corresponding relay output status through the "odc" parameter: no = normal (any change); Fan = Fan OFF; CPr = Compressor OFF; F C = Compressor and fan OFF.</p> <p>Since the door is opened, after the delay time set through parameter "dOA", the alarm output is enabled and the display shows the message "dA". The alarm stops as soon as the external digital input is disabled again. During this time and then for the delay "dot" after closing the door, the high and low temperature alarms are disabled.</p>																																						
<p>7.2 CONFIGURABLE INPUT - GENERIC ALARM (EAL)</p> <p>As soon as the digital input is activated the unit will wait for "did" time delay before signalling the "EAL" alarm message. The outputs status don't change. The alarm stops just after the digital input is de-activated.</p>																																						
<p>7.3 CONFIGURABLE INPUT - SERIOUS ALARM MODE (BAL)</p> <p>When the digital input is activated, the unit will wait for "did" delay before signalling the "BAL" alarm message. The relay outputs are switched OFF. The alarm will stop as soon as the digital input is de-activated.</p>																																						
<p>7.4 CONFIGURABLE INPUT - PRESSURE SWITCH (PAL)</p> <p>If during the interval time set by "did" parameter, the pressure switch has reached the number of activation of the "nPS" parameter, the "PAL" pressure alarm message will be displayed. The compressor and the regulation are stopped. When the digital input is ON the compressor is always OFF.</p>																																						
<p>7.5 CONFIGURABLE INPUT - START DEFROST (DFR)</p> <p>It executes a defrost if there are the right conditions. After the defrost is finished, the normal regulation will restart only if the digital input is disabled otherwise the instrument will wait until the "Md" safety time is expired.</p>																																						
<p>7.6 CONFIGURABLE INPUT - RELAY AUX ACTUATION (AUS)</p> <p>This function allows to turn ON and OFF the auxiliary relay by using the digital input as external switch. The function is enabled until the digital input is activated.</p>																																						
<p>7.7 CONFIGURABLE INPUT - ENERGY SAVING (ES)</p> <p>The Energy Saving function allows to change the set point value as the result of the SET+ HES (parameter) sum. This function is enabled until the digital input is activated.</p>																																						
<p>7.8 CONFIGURABLE INPUT - REMOTE ON/OFF (ONF)</p> <p>This function allows to switch ON and OFF the instrument.</p>																																						
<p>7.9 DIGITAL INPUTS POLARITY</p> <p>The digital inputs polarity depends on "11P" and "12P" parameters. CL : the digital input is activated by closing the contact. OP : the digital input is activated by opening the contact.</p>																																						
<p>8. INSTALLATION AND MOUNTING</p> <p>XR570C controller shall be mounted on panel, in a 29x71 mm hole, and fixed using the special bracket supplied. The temperature range allowed for correct operation is 0 - 60 °C. Avoid places subject to strong vibrations, corrosive gases, excessive dirt or humidity. The same recommendations apply to probes. Let air circulate by the cooling holes.</p>																																						
<p>9. ELECTRICAL CONNECTIONS</p> <p>The instruments are provided with screw terminal block to connect cables with a cross section up to 2.5 mm². Before connecting cables make sure the power supply complies with the instrument's requirements. Separate the probe cables from the power supply cables, from the outputs and the power connections. Do not exceed the maximum current allowed on each relay, in case of heavier loads use a suitable external relay.</p>																																						
<p>9.1 PROBE CONNECTION</p> <p>The probes shall be mounted with the bulb upwards to prevent damages due to casual liquid infiltration. It is recommended to place the thermostat probe away from air streams to correctly measure the average room temperature. Place the defrost termination probe among the evaporator fins in the coldest place, where most ice is formed, far from heaters or from the warmest place during defrost, to prevent premature defrost termination.</p>																																						
<p>10. RS485 SERIAL COMMUNICATION</p> <p>The RS485 serial communication port allows to connect the unit, by means of a simple 2 wires shielded cable, to a network line ModBUS-RTU compatible as the dixell monitoring system XJ500 (Version 3.2).</p>																																						
<p>11. USE OF THE PROGRAMMING "HOT KEY"</p> <p>XR170C units can UPLOAD or DOWNLOAD the parameter list from its own E2 internal memory to the "Hot Key" and vice-versa.</p>																																						
<p>11.1 DOWNLOAD (FROM THE "HOT KEY" TO THE INSTRUMENT)</p> <ol style="list-style-type: none"> Turn OFF the instrument by means of the ON/OFF key, remove the TTL serial cable if present, insert the "Hot Key" and then turn the Controller ON. Automatically the parameter list of the "Hot Key" is downloaded into the Controller memory, the "Dol" message is blinking. After 10 seconds the instrument will restart working with the new parameters. Turn OFF the instrument remove the "Hot Key", plug in the TTL serial cable, then turn it ON again. <p>At the end of the data transfer phase the instrument displays the following messages: "end" for right programming. The instrument starts regularly with the new programming. "err" for failed programming. In this case turn the unit off and then on if you want to restart the download again or remove the "Hot key" to abort the operation.</p>																																						
<p>11.2 UPLOAD (FROM THE INSTRUMENT TO THE "HOT KEY")</p> <ol style="list-style-type: none"> Turn OFF the instrument by means of the ON/OFF key and remove the TTL serial cable if present; then turn it ON again. When the Controller is ON, insert the "Hot key" and push a key; the "uPL" message appears. Push "SET" key to start the UPLOAD; the "uPL" message is blinking. Turn OFF the instrument remove the "Hot Key", plug in the TTL serial cable, then turn it ON again. <p>At the end of the data transfer phase the instrument displays the following messages: "end" for right programming. "err" for failed programming. In this case push "SET" key if you want to restart the programming again or remove the not programmed "Hot key".</p>																																						
<p>12. ALARM SIGNALS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Message</th> <th>Cause</th> <th>Outputs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"P1"</td> <td>Thermostat probe failure</td> <td>Alarm output ON; Compressor output according to parameters "CO" and "COF"</td> </tr> <tr> <td>"P2"</td> <td>Evaporator probe failure</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"P3"</td> <td>Auxiliary probe failure</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"HA"</td> <td>Maximum temperature alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"LA"</td> <td>Minimum temperature alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"EE"</td> <td>Data or memory failure</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"dA"</td> <td>Door switch alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"EAL"</td> <td>External alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs unchanged</td> </tr> <tr> <td>"BAL"</td> <td>Serious external alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs OFF</td> </tr> <tr> <td>"PAL"</td> <td>Pressure switch alarm</td> <td>Alarm output ON; Other outputs OFF</td> </tr> </tbody> </table> <p>The alarm message is displayed until the alarm condition is recovery. All the alarm messages are showed alternating with the room temperature except for the "P1" which is flashing. To reset the "EE" alarm and restart the normal functioning press any key, the "rSt" message is displayed for about 3s.</p>						Message	Cause	Outputs	"P1"	Thermostat probe failure	Alarm output ON; Compressor output according to parameters "CO" and "COF"	"P2"	Evaporator probe failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"P3"	Auxiliary probe failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"HA"	Maximum temperature alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"LA"	Minimum temperature alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"EE"	Data or memory failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"dA"	Door switch alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"EAL"	External alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged	"BAL"	Serious external alarm	Alarm output ON; Other outputs OFF	"PAL"	Pressure switch alarm	Alarm output ON; Other outputs OFF
Message	Cause	Outputs																																				
"P1"	Thermostat probe failure	Alarm output ON; Compressor output according to parameters "CO" and "COF"																																				
"P2"	Evaporator probe failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"P3"	Auxiliary probe failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"HA"	Maximum temperature alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"LA"	Minimum temperature alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"EE"	Data or memory failure	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"dA"	Door switch alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"EAL"	External alarm	Alarm output ON; Other outputs unchanged																																				
"BAL"	Serious external alarm	Alarm output ON; Other outputs OFF																																				
"PAL"	Pressure switch alarm	Alarm output ON; Other outputs OFF																																				
<p>12.1 SILENCING BUZZER / ALARM RELAY OUTPUT</p> <p>If "tbA = y", once the alarm signal is detected the buzzer and the relay are silenced by pressing any key. If "tbA = n", only the buzzer is silenced while the alarm relay is on until the alarm condition recovers.</p>																																						
<p>12.2 "EE" ALARM</p> <p>The dixell instruments are provided with an internal check for the data integrity. Alarm "EE" flashes when a failure in the memory data occurs. In such cases the alarm output is enabled.</p>																																						
<p>12.3 ALARM RECOVERY</p> <p>Probe alarms : "P1" (probe1 faulty), "P2" and "P3"; they automatically stop 10s after the probe restarts normal operation. Check connections before replacing the probe. Temperature alarms "HA" and "LA" automatically stop as soon as the thermostat temperature returns to normal values or when the defrost starts. Door switch alarm "dA" stop as soon as the door is closed. External alarms "EAL", "BAL" stop as soon as the external digital input is disabled "PAL" alarm is recovered by switching OFF the instrument.</p>																																						
<p>13. TECHNICAL DATA</p> <p>Housing: self extinguishing ABS. Case: frontal 52x74 mm; depth 70mm Mounting: panel mounting in a 71x29 mm panel cut-out. Frontal protection: IP65 Connections: Screw terminal block ≤ 2.5 mm² wiring. Power supply: 12V(ac/dc) (opt.24V(ac/dc)). -10% +15%. Power absorption: 3VA max. Display: 3 digits, red LED, 14.2 mm high. Inputs: 3 PTC or NTC configurable. Relay outputs compressor: SPST relay 8(3)A, 250V/ac defrost: SPDT relay 8(3)A, 250V/ac fans: SPST 8(3)A, 250V/ac alarm or auxiliary: SPDT relay 8(3)A, 250V/ac Other output: buzzer for an acoustic signal of alarms. Serial Output : RS485 serial communication port with ModBUS-RTU protocol Data storing : on the non-volatile memory (EEPROM). Kind of action: 1B. Pollution grade: normal Software class: A. Operating temperature: 0-60 °C. Relative humidity: 20-85% (no condensing)</p>																																						

Dixell Installing and Operating Instructions rel.1.0 - cod.1592008310

Storage temperature: -30÷85 °C.
 Measuring and regulation range:
 PTC: -50÷150°C (-58÷302°F)
 NTC: -50÷110°C (-58÷230°F)
 Resolution: 0,1 °C or 1 °F (selectable).
 Accuracy of the controller at 25°C: range -40÷50°C (-40÷122°F): ±0,3 °C ±1 digit

14. CONNECTIONS

14.1 XR570C



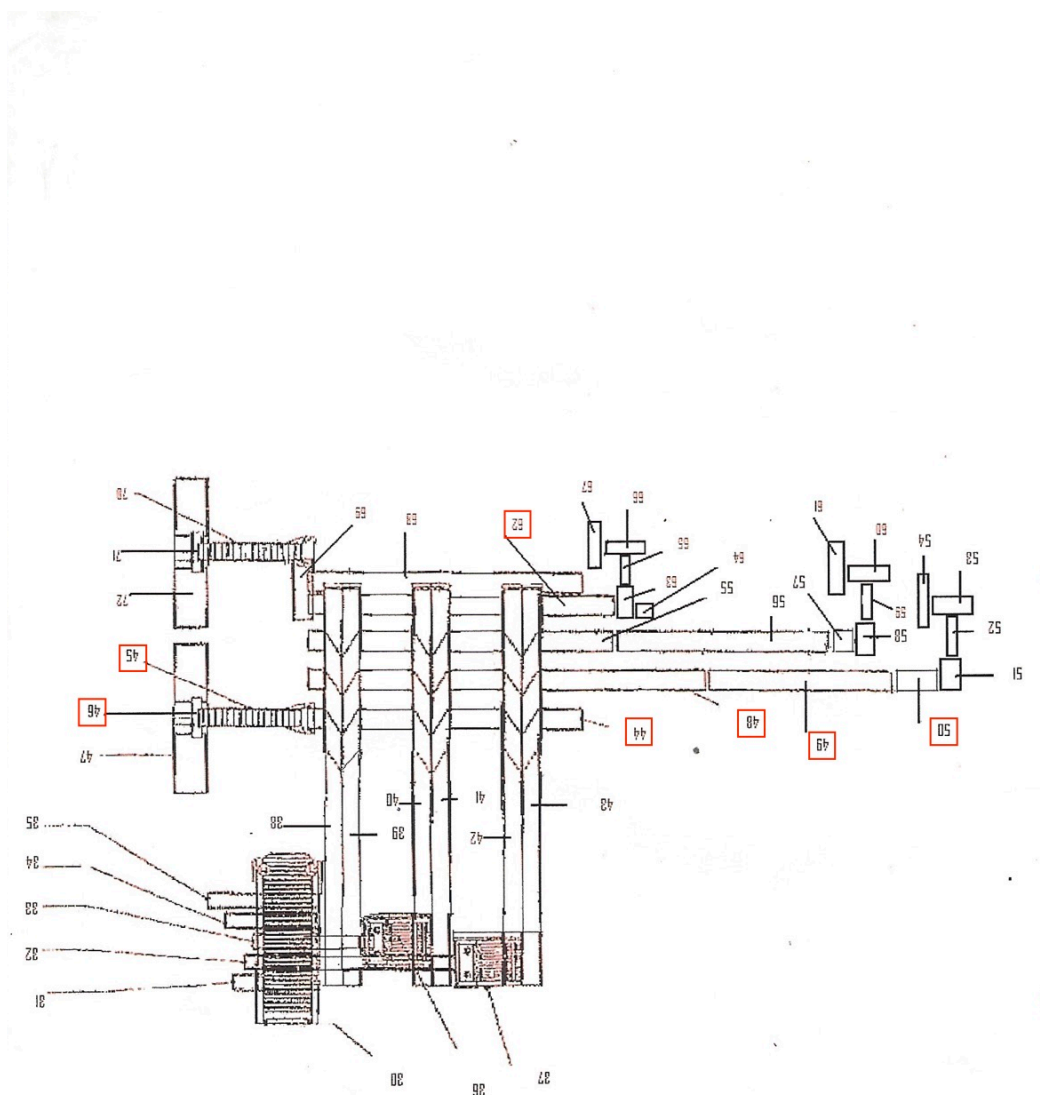
15. DEFAULT SETTING VALUES

Label	Name	Limits	Default	XR570C
REGULATION				
Set	Set point	LS=US	-5	Pr1
Hy	Differential	0.1÷25.5 °C / 1÷45°F	2	Pr1
LS	Minimum set point	-50.0°C÷SET / -58°F÷SET	-30	Pr2
US	Maximum set point	SET + 110°C / SET + 230°F	20	Pr2
OdS	Outputs activation delay at start up	0÷255 min.	0	Pr2
AC	Anti-short cycle delay	0÷30 min.	1	Pr1
CCt	Compressor ON time during fast freezing	0 ÷ 23h 50 min.	0	Pr2
COOn	Compressor ON time with faulty probe	0÷255 min.	15	Pr2
COF	Compressor OFF time with faulty probe	0÷255 min.	30	Pr2
DISPLAY				
CF	Temperature measurement unit	°C = °F	°C	Pr2
rES	Resolution (integer/decimal point)	in = de	De	Pr1
Lod	Local display	P1 ÷ 1r2	P1	Pr2
Red	Remote display	P1 ÷ 1r2	P1	Pr2
DEFROST				
IdF	Defrost type	rE, rT, in	rE	Pr1
EdF	Defrost mode	In, Sd	In	Pr2
SdF	Set point for SMART DEFROST	-30 ÷ +30°C / -22 ÷ +86°F	0	Pr2
dIE	Defrost termination temperature	-50.0÷110°C / -58÷230°F	8	Pr1
IdF	Interval between defrost cycles	1÷1200s	6	Pr1
MdF	(Maximum) length for 1° defrost	0÷255 min.	30	Pr1
dFd	Displaying during defrost	rt, lt, SEI, dEF, dEG	lt	Pr2
dAd	MAX display delay after defrost	0÷255 min.	30	Pr2
FdI	Draining time	0÷60 min.	0	Pr2
dPO	First defrost after start up	n = y	n	Pr2
dAF	Defrost delay after fast freezing	0 ÷ 23h 50 min.	2	Pr2
FANS				
FnC	Fans operating mode	C-n, C-y, O-n, O-y	O-n	Pr2
Fnd	Fans delay after defrost	0÷255 min.	10	Pr2
FSI	Fans stop temperature	-50.0÷110°C / -58÷230°F	2	Pr2
ALARMS				
ALC	Temperature alarms configuration	re = Ab	rE	Pr2
ALU	MAXIMUM temperature alarm	-50.0÷110°C / -58÷230°F	10	Pr1
ALL	minimum temperature alarm	-50.0÷110°C / -58÷230°F	10	Pr1
AFH	Temperature alarm and fan differential	0.1÷25.5 °C / 1÷45°F	2	Pr2
ALd	Temperature alarm delay	0÷255 min.	15	Pr2
dAd	Delay of temperature alarm at start up	0 ÷ 23h 50 min.	1.3	Pr2
EdA	Alarm delay at the end of defrost	0÷255 min.	30	Pr2
dot	Delay of temperature alarm after closing the door	0÷255 min.	15	Pr2
dOA	Open door alarm delay	0÷255 min.	15	Pr2
IBA	Alarm relay silencing	y = n	y	Pr2
nPS	Pressure switch activation number	0÷15	0	Pr2
ANALOGUE OUTPUT				
4÷20mA (Optional)				
ACS	Analogue output start point	-50.0÷110°C / -58÷230°F	0/32	Pr2
APb	Analogue output band width	-50.0÷110°C / -58÷230°F	0	Pr2
CAO	Input type for the analogue output	P1÷1r2	P1	Pr2
ANALOGUE INPUTS				
Ot	Thermostat probe calibration	-12.0÷12.0°C / -21÷21°F	0	Pr1
OE	Evaporator probe calibration	-12.0÷12.0°C / -21÷21°F	0	Pr2
O3	Auxiliary probe calibration	-12.0÷12.0°C / -21÷21°F	0	Pr2
P2P	Evaporator probe presence	n = y	y	Pr2
P3P	Auxiliary probe presence	n = y	n	Pr2
Pbr	Regulation probe selection	P1 ÷ 1r2	P1	Pr2

HES	Temperature increase during the Energy Saving cycle	-30÷30°C / -22÷86°F	0	Pr2
DIGITAL INPUTS				
OdC	Open door control	no, Fan, CPr, F, C	Fan	Pr2
11P	Door switch polarity	CL=CP	CL	Pr2
12P	Configurable digital input polarity	CL=CP	CL	Pr2
12F	Digital input configuration	EAL, bAL, PAL, dFr, AuS, ES, OnF	EAL	Pr2
dId	Digital input alarm delay	0÷255 min.	5	Pr2
TIME AND WEEKLY HOLIDAYS				
Hur	Current hour	0 ÷ 23	0	Pr2
Min	Current minute	0 ÷ 59	0	Pr2
dAY	Current day	Sun = SAT	Sun	Pr2
Hd1	First weekly holiday	Sun + SAT = nu	nu	Pr2
Hd2	Second weekly holiday	Sun + SAT = nu	nu	Pr2
Hd3	Third weekly holiday	Sun + SAT = nu	nu	Pr2
ENERGY SAVING TIMES				
1LE	Energy Saving cycle start during workdays	0 ÷ 23h 50 min.	0	Pr2
dLE	Energy Saving cycle length during workdays	0 ÷ 24h 00 min.	0	Pr2
1SE	Energy Saving cycle start on holidays	0 ÷ 23h 50 min.	0	Pr2
dSE	Energy Saving cycle length on holidays	0 ÷ 24h 00 min.	0	Pr2
HES	Temperature increase during the Energy Saving cycle	-30÷30°C / -54÷54°F	0	Pr2
DEFROST TIMES				
Ld1	1° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	6.0	Pr2
Ld2	2° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	13.0	Pr2
Ld3	3° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	21.0	Pr2
Ld4	4° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Ld5	5° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Ld6	6° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Ld7	7° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Ld8	8° workdays defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Sd1	1° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	6.0	Pr2
Sd2	2° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	13.0	Pr2
Sd3	3° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	21.0	Pr2
Sd4	4° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Sd5	5° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Sd6	6° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Sd7	7° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
Sd8	8° holiday defrost start	0 ÷ 23h 50 min. - nu	nu	Pr2
OTHER				
oA3	Auxiliary output configuration	ALr = AuS	ALr	Pr2
Adr	Serial address	1÷247	1	Pr1
PbC	Probe type selection	NTC ÷ PTC	NTC	Pr2
OnF	On / Off function enabled	n = y	n	Pr2
rEL	Software release	---	---	Pr2
Pib	Map code	---	---	Pr2
Prd	Probes display	Pb1÷Pb3	---	Pr2
Pr2	Access parameter list	---	---	Pr2

Dixell s.r.l. Z.I. Via dell'Industria, 27
 32010 Pieve d'Alpago (BL) ITALY
 tel. +39 - 0437 - 98 33 - fax +39 - 0437 - 98 93 13
 E-mail: dixell@dixell.com - http://www.dixell.com

Anexo D – Esquema de Tapetes Rolantes



Anexo E – Interruptores de Rolamentos

Safety Limit Switch

D4B-□N

CSM_D4B_N_DS_E_10_3

Robust safety limit switch with metal housing Slow-action and snap-action contact with certified direct opening operation certification

- Direct opening mechanism (NC contacts only) added to enable opening contacts when faults occur, such as fused contacts.
- Safety of lever settings ensured using a mechanism that engages a gear between the operating position indicator plate and the lever.
- Equipped with a mechanism that indicates the applicable operating zone, as well as push-button switching to control left and right motion.
- Head seal structure strengthened to improve seal properties (TÜV: IEC IP67, UL: NEMA 3, 4, 4X, 6P, and 13).
- Wide standard operating temperature range: -40 to 80°C (standard type).
- Certified standards: UL, CSA, EN (TÜV), and CCC.

 Be sure to read the "Safety Precautions" on page 9.

Note: Contact your sales representative for details on models with safety standard certification.



For the most recent information on models that have been certified for safety standards, refer to your OMRON website.

Model Number Structure

Model Number Legend

D4B-□□□□N

1 2 3

1. Conduit size

- 2: G1/2 (PF1/2) (1-conduit)
- 4: M20 (1 conduit)

2. Built-in Switch

- 1: 1NC/1NO (snap-action)
- 5: 1NC/1NO (slow-action)
- A: 2NC (slow-action)

3. Actuator

- 11: Roller lever (resin roller)
- 15: Roller lever (stainless steel roller)
- 16: Adjustable roller lever
- 17: Adjustable rod lever
- 70: Plunger
- 71: Roller plunger

OMRON

1

D4B-□N

Ordering Information

Set Model Numbers

Consult with your OMRON representative when ordering any models that are not listed in this table.

Safety Limit Switches (with Direct Opening Mechanism)

Actuator	Conduit openings	1NC/1NO (Snap-action)		1NC/1NO (Slow-action)		2NC (Slow-action)	
		Model	Direct opening	Model	Direct opening	Model	Direct opening
Roller lever (resin roller)	G1/2 (PF1/2)	D4B-2111N		D4B-2511N		D4B-2A11N	
	M20	D4B-4111N		D4B-4511N		D4B-4A11N	
Roller lever (stainless steel roller)	G1/2 (PF1/2)	D4B-2115N		D4B-2515N		D4B-2A15N	
	M20	D4B-4115N		D4B-4515N		D4B-4A15N	
Plunger	G1/2 (PF1/2)	D4B-2170N		D4B-2570N		D4B-2A70N	
	M20	D4B-4170N		D4B-4570N		D4B-4A70N	
Roller plunger	G1/2 (PF1/2)	D4B-2171N		D4B-2571N		D4B-2A71N	
	M20	D4B-4171N		D4B-4571N		D4B-4A71N	

General-purpose Limit Switches

Actuator	Conduit openings	1NC/1NO (Snap-action)		1NC/1NO (Slow-action)		2NC (Slow-action)	
		Model	Direct opening	Model	Direct opening	Model	Direct opening
Adjustable roller lever	G1/2 (PF1/2)	D4B-2116N	---	D4B-2516N	---	D4B-2A16N	---
	M20	D4B-4116N		D4B-4516N		D4B-4A16N	
Adjustable rod lever	G1/2 (PF1/2)	D4B-2117N	---	D4B-2517N	---	D4B-2A17N	---
	M20	D4B-4117N		D4B-4517N		D4B-4A17N	

Note: Consult your OMRON representative for products.

OMRON

2

D4B-□N

Specifications

Standards and EC Directives

Conforms to the following EC Directives:

- Machinery Directive
- Low Voltage Directive
- EN50041
- EN60204-1
- EN ISO 14119

Certified Standards

Snap-action Models

Certification body	Standard	File No.
TÜV Rheinland	EN60947-5-1 (certified direct opening mechanism) GS-ET-15	Consult your OMRON representative for details.
	EN60947-5-1 (uncertified direct opening mechanism)	J50005477 *
UL	UL508	E76675
CSA	C22.2 No. 14	LR45746
CQC (CCC)	GB14048.5	2003010305077612 2003010305095927

* Adjustable roller lever, adjustable rod lever only.

Slow-action Models

Certification body	Standard	File No.
TÜV Rheinland	EN60947-5-1 (certified direct opening mechanism) GS-ET-15	Consult your OMRON representative for details.
	EN60947-5-1 (uncertified direct opening mechanism)	J50005477 *
UL	UL508	E76675
CSA	C22.2 No. 14	LR45746
CQC (CCC)	GB14048.5	2003010305077612 2003010305095927

* Adjustable roller lever, adjustable rod lever only.

Certified Standard Ratings

TÜV (EN60947-5-1), CCC (GB14048.5)

Item	Utilization category	AC-15
Rated operating current (I _n)		2 A
Rated operating voltage (U _n)		400 V

Note: As protection against short-circuiting, use either a gI-type or gG-type 10 A fuse that conforms to IEC60269.

UL/CSA: (UL508, CSA C22.2 No. 14)

A600

Rated voltage	Carry current	Current (A)		Volt-amperes (VA)	
		Make	Break	Make	Break
120 VAC	10 A	60	6	7,200	720
240 VAC		30	3		
480 VAC		15	1.5		
600 VAC		12	1.2		

OMRON

3

D4B-□N

Ratings

Rated voltage (V)	Non-inductive load (A)				Inductive load (A)			
	Resistive load		Lamp load		Inductive load		Motor load	
	NC	NO	NC	NO	NC	NO	NC	NO
125 VAC	10		3	1.5	10		5	2.5
250	10		2	1	10		3	1.5
400	10		1.5	0.8	3		1.5	0.8
8 VDC	10		6	3	10		6	
14	10		6	3	10		6	
30	6		4	3	6		4	
125	0.8		0.2	0.2	0.8		0.2	
250	0.4		0.1	0.1	0.4		0.1	

Note: 1. The above values are continuous currents.
 2. Inductive loads have a power factor of 0.4 or higher (AC) or a time constant of 7 ms or lower (DC).
 3. Lamp loads have a inrush current of 10 times the normal current.
 4. Motor loads have a inrush current of 6 times the normal current.

Inrush current	30 A max.
-----------------------	-----------

Characteristics

Degree of protection #1	IP67 (EN60947-5-1)	
Durability #2	Mechanical	30,000,000 operations min. (snap-action) 10,000,000 operations min. (slow-action)
	Electrical	500,000 operations min. (10 A resistive load at 250 VAC)
Operating speed	1 mm/s to 0.5 m/s	
Operating frequency	Mechanical	120 operations/minute
	Electrical	30 operations/minute
Contact resistance	25 mΩ max.	
Minimum applicable load #3	180 mA resistive load at 5 VAC (N-level reference value)	
Rated insulation voltage (U)	600 V (EN60947-5-1)	
Rated frequency	50/60 Hz	
Protection against electric shock	Class I (with ground terminal)	
Pollution degree (operating environment)	3 (EN60947-5-1)	
Impulse withstand voltage (EN60947-5-1)	Between terminals of same polarity	2.5 kV (snap-action)/4 kV (slow-action)
	Between terminals of different polarity	4 kV (slow-action)
	Between each terminal and ground	4 kV
Insulation resistance	100 MΩ min. (at 500 VDC) between terminals of the same polarity and between each terminal and non-current-carrying part	
Contact gap	2 × 2 mm min. (slow-action) 2 × 0.5 mm min. (snap-action)	
Vibration resistance	Malfunction	10 to 55 Hz, 0.75 mm single amplitude
Shock resistance	Destruction	1,000 m/s ² min.
	Malfunction	300 m/s ² min.
Conditional short-circuit current	100 A (EN60947-5-1)	
Conventional enclosed thermal current (I_{th})	20 A (EN60947-5-1)	
Ambient operating temperature	-40 to 80°C (with no icing)	
Ambient operating humidity	95% max.	
Weight	Approx. 250 g	

Note: 1. The above values are initial values.
 2. The above values may vary depending on the model. Consult your OMRON sales representative for details.
 *1. The degree of protection is tested using the method specified by the standard (EN60947-5-1). Confirm that sealing properties are sufficient for the operating conditions and environment beforehand.
 *2. The durability is for an ambient temperature of 5 to 35°C and ambient humidity of 40% to 70%. For further conditions, consult your OMRON sales representative.
 *3. The above values may vary depending on switching frequency, environmental condition, and relativity level, consult your OMRON sales representative.

OMRON

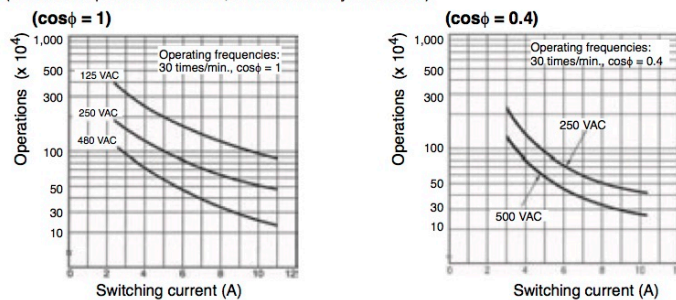
4

D4B-□N

Engineering Data

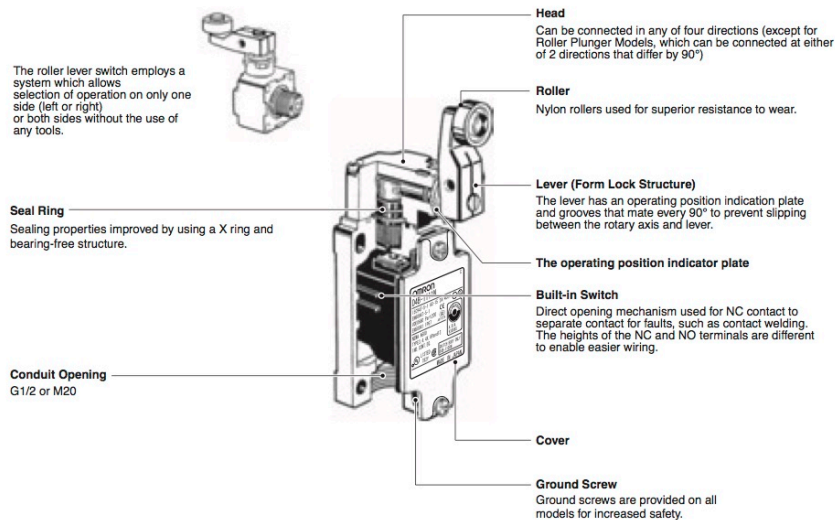
Electrical Durability (Snap-action)

(Ambient temperature: 5 to 30°C, ambient humidity: 40 to 70%)



Structure and Nomenclature

Structure

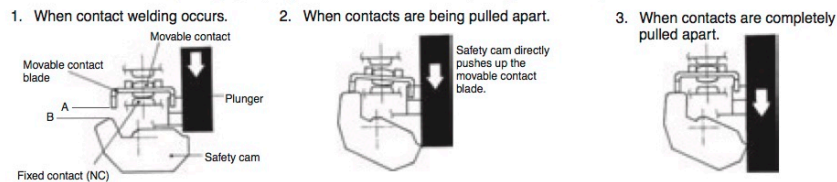


OMRON

5

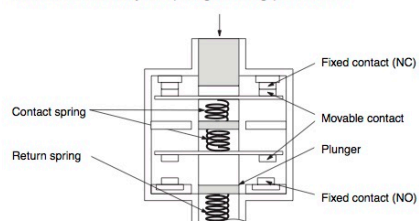
Direct Opening Mechanism 1NO/1NC Contact (Snap-action)

Conforms to EN60947-5-1 Direct Opening ☞ (Only NC contact has a direct opening mechanism.)



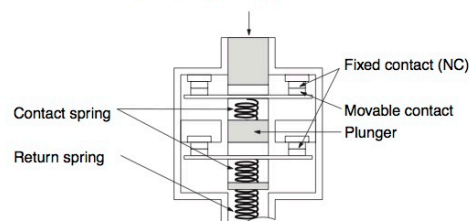
1NC/1NO Contact (Slow-action)

Conforms to EN60947-5-1 Direct Opening ☞ (Only NC contact has a direct opening mechanism.)
When contact welding occurs, the contacts are separated from each other by the plunger being pushed in.



2NC Contact (Slow-action)

Conforms to EN60947-5-1 Direct Opening ☞ (Both NC contacts have a direct opening mechanism.)
When contact welding occurs, the contacts are separated from each other by the plunger being pushed in.



Contact Form

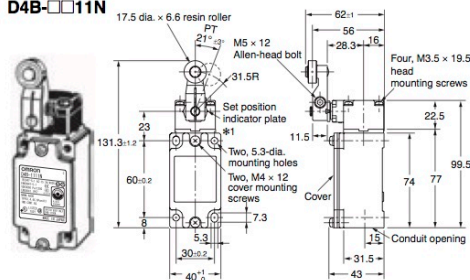
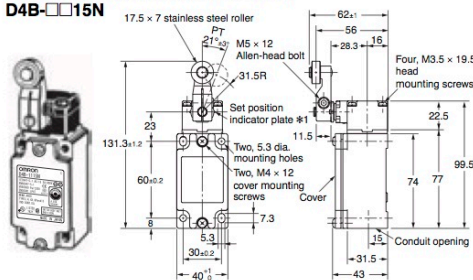
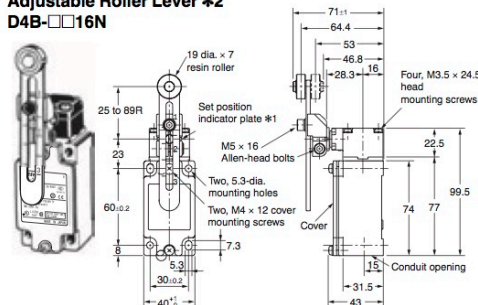
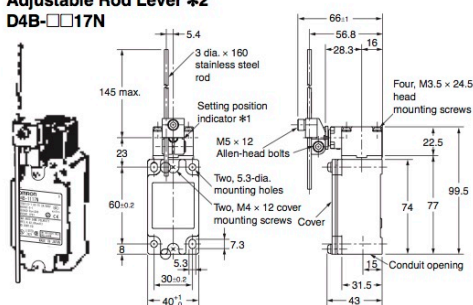
Model	Contact	Contact form	Diagrams	Explanation
D4B-□1□N	1NC/1NO (Snap-action)			<p>Only NC contact 11-12 has a certified direct opening mechanism. ☞</p> <p>Terminal numbers 11-12 and 13-14 cannot be used as unlike poles.</p>
D4B-□5□N	1NC/1NO (Slow-action)			<p>Only NC contact 11-12 has a certified direct opening mechanism. ☞</p> <p>Terminal numbers 11-12 or 23-24 can be used as unlike poles.</p>
D4B-□A□N	2NC (Slow-action)			<p>Both NC contacts 11-12 and 21-22 have a certified direct opening mechanism. ☞</p> <p>Terminal numbers 11-12 and 21-22 can be used as unlike poles.</p>

Note: Terminal numbers are according to EN50013; contact symbols are according to IEC60947-5-1.

D4B-□N**Dimensions and Operating Characteristics**

(Unit: mm)

Note: Omitted dimensions are the same as those for the Roller Lever Type Models
 D4B-2□□□N have a G1/2 conduit opening.
 D4B-4□□□N have a M20 conduit opening.

Switches**Roller Lever
D4B-□□11N****Roller Lever (Stainless Steel Roller)
D4B-□□15N****Adjustable Roller Lever #2
D4B-□□16N****Adjustable Rod Lever #2
D4B-□□17N**

Note: Unless otherwise specified, a tolerance of ± 0.4 mm applies to all dimensions.

*1. The lever can be set to any desired position by turning the operating position indicator.

*2. In terms of construction, the Switch is a General-purpose Limit Switch rather than a Safety Limit Switch.

	Model	D4B-□□11N	D4B-□□15N	D4B-□□16N *1	D4B-□□17N *2
Operating characteristics					
Operating force	OF max.	9.41N	9.41N	9.41N	2.12N
Release force	RF min.	1.47N	1.47N	1.47N	0.29N
Pretravel	PT	21° $\pm 3^\circ$ (45°)	21° $\pm 3^\circ$ (45°)	21° $\pm 3^\circ$ (45°)	21° $\pm 3^\circ$ (45°)
	PT (2nd) *3 *5				
Overtravel	OT min.	50°	50°	50°	50°
Movement differential	MD max. *4	12°	12°	12°	12°
Direct opening travel	DOT min. *3 *6	35°	35°	35°	35°
	*4 *6	55°	55°	55°	55°
Direct opening force	DOF min. *6	19.61N	19.61N	19.61N	19.61N
Total travel	TT *5	(75°)	(75°)	(75°)	(75°)

Note: Variation occurs in the simultaneity of contact opening/closing operations of 2NC contacts. Check contact operation.

*1. The operating characteristics of these Switches were measured with the roller level set at 31.5 mm.

*2. The operating characteristics of these Switches were measured with the rod level set at 140 mm.

*3. Only for slow-action models.

*4. Only for snap-action models.

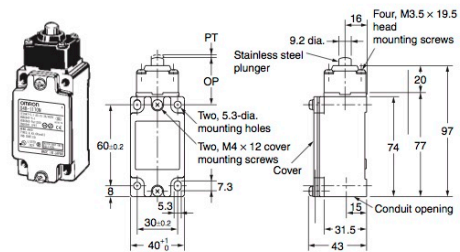
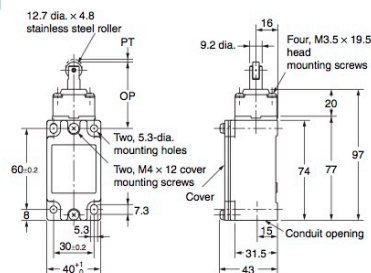
*5. Reference values.

*6. Must be provided to ensure safe operation.

OMRON

7

D4B-□N

Plunger
D4B-□70N

Roller Plunger
D4B-□71N


Note: Unless otherwise specified, a tolerance of ± 0.4 mm applies to all dimensions.

Operating characteristics		Model	D4B-□70N	D4B-□71N
Operating force	OF max.		18.63 N	18.63 N
Release force	RF min.		1.96 N	1.96 N
Pretravel	PT max.		2 mm	2 mm
	PT (2nd) *1 *3		(3 mm)	(3 mm)
Overtravel	OT min.		5 mm	5 mm
	MD max. *2		1 mm	1 mm
Direct opening travel	DOT min. *4		3.2 mm	3.2 mm
Direct opening force	DOF min. *4		49.03 N	49.03 N
Total travel	TT *3		(7 mm)	(7 mm)
Free position	FP max.		38 mm	51 mm
Operating position	OP		35±1 mm	48±1 mm

Note: Variation occurs in the simultaneity of contact opening/closing operations of 2NC contacts. Check contact operation.

*1. Only for slow-action models.

*2. Only for snap-action models.

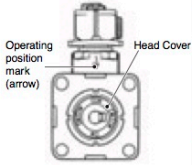
*3. Reference values.

*4. Must be provided to ensure safe operation.

Application Precaution

Changing the Operating Direction Switches with Roller Levers

The operating direction of the lever can be easily changed without using any tools. It can be set to clockwise operation (CW) or counterclockwise (CCW) operation. Use the procedure given at the right to change the operating direction.

Operating section (on back of Head)	Operating procedure
	1. Remove the four Head set screws and remove the Head from the Switch Box.
	2. Turn the bottom of the Head toward you, press in the Head Cover shown in the diagram at the left, and turn the Cover clockwise or counterclockwise.
	<p>Note: The factory setting is for "CW.CCW."</p> <p>3. The "CW" setting is for clockwise operation and the "CCW" setting is for counterclockwise operation. Set the Cover to the desired position.</p>

Safety Precautions

Be sure to read the precautions for **All Safety Limit Switches** in the website at: <http://www.ia.omron.com/>.

Indication and Meaning for Safe Use

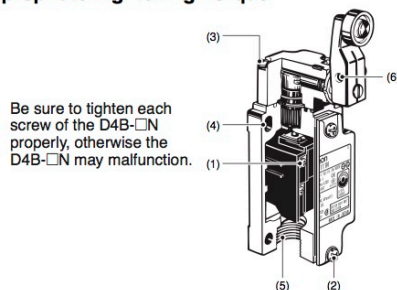
Precautions for Safe Use	Supplementary comments on what to do or avoid doing, to use the product safely.
Precautions for Correct Use	Supplementary comments on what to do or avoid doing, to prevent failure to operate, or undesirable effect on product performance.

Precautions for Safe Use

- Do not use the Switch submerged in oil or water, or in locations continuously subject to splashes of oil or water. Doing so may result in oil or water entering the Switch interior. (The IP67 degree of protection specification for the Switch refers to water penetration while the Switch is submerged in water for a specified period of time.)
- Always attach the cover after completing wiring and before using the Switch. Also, do not turn ON the Switch with the cover open. Doing so may result in electric shock.

Precautions for Correct Use

Appropriate Tightening Torque



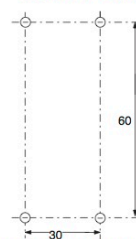
Type	Appropriate tightening torque
1 M3.5 terminal screw	0.59 to 0.78 N·m
2 Cover mounting screw *	1.18 to 1.37 N·m
3 Head mounting screw	0.78 to 0.88 N·m
4 M5 body mounting screw	4.90 to 5.88 N·m
5 Connector	1.77 to 2.16 N·m
6 Lever Mounting Screws (Roller Levers)	4.90 to 5.88 N·m

Mounting

Use four M5 screws with washers to mount the standard model. Be sure to apply the proper torque to tighten each screw.

Mounting Dimensions (M5)

Standard Model



Changes in Actuator Mounting Position

- To change the angle of the lever, loosen the Allen-head bolts on the side of the lever.
- The operating position indicator plate * has protruding parts which engage with the lever, thus allowing changes to the lever position by 90°.
- The back of the operating position indicator plate * has no protruding parts. If this plate is turned over and attached, any angle within a 360° range can be set. Do not turn over the plate, however, when using the D4B-□N as a switch with a certified direct opening mechanism. For an SUVA- or BIA-certified application, make sure that the lever engages with the operating position indicator plate securely so that the lever will not slip.

* The operating position indicator plate: Refer to page 5.

Changes in Head Mounting Position

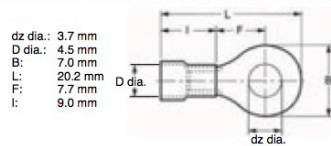
By removing the screws on the four corners of the head, the head can be reset in any of four directions. Make sure that no foreign materials will penetrate through the head.

D4B-□N

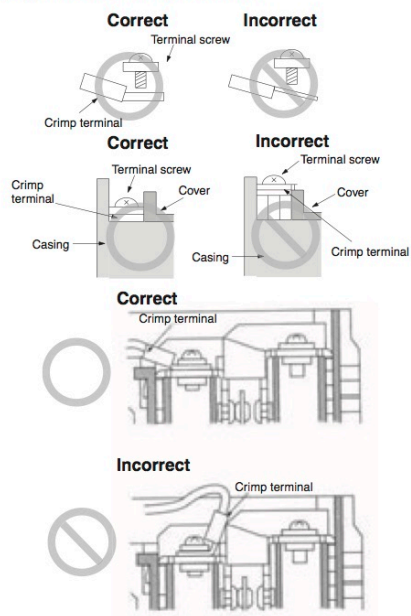
Wiring

Do not connect the bare lead wires directly to the terminals but be sure to connect each of them by using an insulation tube and M3.5 round crimp terminals and tighten each terminal screw within the specified torque range.

The proper lead wire is 20 to 14 AWG (0.5 to 2.5 mm²) in size.



Make sure that all crimp terminals come into contact with the casing or cover as shown below, otherwise the cover may not be mounted properly or the D4B-□N may malfunction.

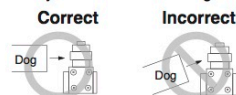


Conduit Opening

- Make sure that each connector is tightened within the specified torque range.
The casing may be damaged if the connector is tightened excessively.
- Use an OMRON SC-series Connector (sold separately) that is suited to the cable in diameter.

Others

- The load for the actuator (roller) of the Switch must be imposed on the actuator in the horizontal direction, otherwise the actuator or the rotating axis may be deformed or damaged.



- When using a long lever model, the D4B-□□16N or D4B-□□17N, the Switch may telegraph. To avoid telegraphing, take the following precautions.

1. Set the lever to operate in one direction.
2. Modify the rear end of the dog to an angle of 15° to 30° as shown below or to a secondary-degree curve.



3. Modify the circuit so as not to detect the wrong operating signals.

Terms and Conditions Agreement

Read and understand this catalog.

Please read and understand this catalog before purchasing the products. Please consult your OMRON representative if you have any questions or comments.

Warranties.

(a) Exclusive Warranty. Omron's exclusive warranty is that the Products will be free from defects in materials and workmanship for a period of twelve months from the date of sale by Omron (or such other period expressed in writing by Omron). Omron disclaims all other warranties, express or implied.

(b) Limitations. OMRON MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, ABOUT NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS. BUYER ACKNOWLEDGES THAT IT ALONE HAS DETERMINED THAT THE PRODUCTS WILL SUITABLY MEET THE REQUIREMENTS OF THEIR INTENDED USE.

Omron further disclaims all warranties and responsibility of any type for claims or expenses based on infringement by the Products or otherwise of any intellectual property right. (c) Buyer Remedy. Omron's sole obligation hereunder shall be, at Omron's election, to (i) replace (in the form originally shipped with Buyer responsible for labor charges for removal or replacement thereof) the non-complying Product, (ii) repair the non-complying Product, or (iii) repay or credit Buyer an amount equal to the purchase price of the non-complying Product; provided that in no event shall Omron be responsible for warranty, repair, indemnity or any other claims or expenses regarding the Products unless Omron's analysis confirms that the Products were properly handled, stored, installed and maintained and not subject to contamination, abuse, misuse or inappropriate modification. Return of any Products by Buyer must be approved in writing by Omron before shipment. Omron Companies shall not be liable for the suitability or unsuitability or the results from the use of Products in combination with any electrical or electronic components, circuits, system assemblies or any other materials or substances or environments. Any advice, recommendations or information given orally or in writing, are not to be construed as an amendment or addition to the above warranty.

See <http://www.omron.com/global/> or contact your Omron representative for published information.

Limitation on Liability: Etc.

OMRON COMPANIES SHALL NOT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS OR PRODUCTION OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED IN CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE OR STRICT LIABILITY.

Further, in no event shall liability of Omron Companies exceed the individual price of the Product on which liability is asserted.

Suitability of Use.

Omron Companies shall not be responsible for conformity with any standards, codes or regulations which apply to the combination of the Product in the Buyer's application or use of the Product. At Buyer's request, Omron will provide applicable third party certification documents identifying ratings and limitations of use which apply to the Product. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the Product in combination with the end product, machine, system, or other application or use. Buyer shall be solely responsible for determining appropriateness of the particular Product with respect to Buyer's application, product or system. Buyer shall take application responsibility in all cases.

NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY OR IN LARGE QUANTITIES WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT(S) IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.

Programmable Products.

Omron Companies shall not be responsible for the user's programming of a programmable Product, or any consequence thereof.

Performance Data.

Data presented in Omron Company websites, catalogs and other materials is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Omron's test conditions, and the user must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to the Omron's Warranty and Limitations of Liability.

Change in Specifications.

Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons. It is our practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice. When in doubt, special part numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application. Please consult with your Omron's representative at any time to confirm actual specifications of purchased Product.

Errors and Omissions.

Information presented by Omron Companies has been checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors or omissions.

2015.10

In the interest of product improvement, specifications are subject to change without notice.

OMRON Corporation
Industrial Automation Company

<http://www.ia.omron.com/>

(c)Copyright OMRON Corporation 2015 All Right Reserved.

Anexo E – Bateria de Condensadores

Product data sheet
Characteristics

BLRCH104A125B40

VarPlus Can HDuty Capacitor - 10.4/12.5 kvar -
400 V - 50/60Hz

Main

Range of product	VarPlus Can
Product or component type	Capacitor
Network frequency	50/60 Hz
Series name	HDuty
Network harmonic content	<= 20 %
Reactive power rating	380 V - 50 Hz : 9.4 kvar 380 V - 60 Hz : 11.3 kvar 400 V - 50 Hz : 10.4 kvar 400 V - 60 Hz : 12.5 kvar 415 V - 50 Hz : 11.2 kvar 415 V - 60 Hz : 13.5 kvar
Maximum permissible voltage	1.1 x Un 8 hours over 24 hours
[Imp] maximum permanent current	1.8 x In
Rated voltage	380...415 V AC 50/60 Hz

Complementary

Dielectric losses	< 0.2 W/kvar
Power losses	< 0.5 W/kVAr
Capacitance tolerance	- 5 % to 10 %
Voltage test	2.15 x Un AC (between terminals for 10 s) <= 660 V - 3 kV AC (between terminal and container for 10 s) >= 660 V - 6 kV AC (between terminal and container for 10 s)
Inrush current	250 x In
Switching operation per year	<= 7000
Service life in hours	<= 130000 h
Dielectric material	Metallized polypropylene film with Zn/Al alloy, special resistivity & profile, special edge (wave cut)
Impregnation material	Non-PCB dry PUR resin Biodegradable
Type of installation	Indoor installation
Connections - terminals	ClampTite terminal

Apr 24, 2017

Life is On | Schneider
Electric

1

Disclaimer: This documentation is not intended as a substitute for and is not to be used for determining suitability or reliability of these products for specific user applications

Mounting mode	Upright/Horizontal
Diameter	75 mm
Height	233 mm
Product weight	1.2 kg

Environment

Standards	IEC 60831-1 IEC 60831-2
IP degree of protection	IP20
Operating altitude	2000 m
Temperature class	D
Ambient air temperature for operation	-25...55 °C
Relative humidity	95 %


Offer Sustainability

Sustainable offer status	Green Premium product
RoHS (date code: YYWW)	Compliant - since 1236 - Schneider Electric declaration of conformity Schneider Electric declaration of conformity
REACH	Reference not containing SVHC above the threshold Reference not containing SVHC above the threshold
Product environmental profile	Available Product environmental
Product end of life instructions	Available End of life manual

Contractual warranty

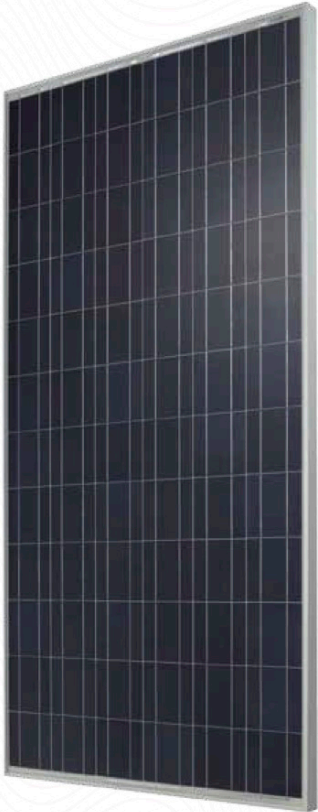
Warranty period	18 months
-----------------	-----------

Anexo F – Módulo Fotovoltaico












6"





Polycrystalline PV module 72 cells



Key Features

-  **UL 1000V Rated**
-  **High Quality Bill of Materials**
-  **Reinforced Module Warranty**
-  **Universal Design (residential, commercial, ground mounted)**
-  **Best seller for its performance/price ratio**







Secure Investment

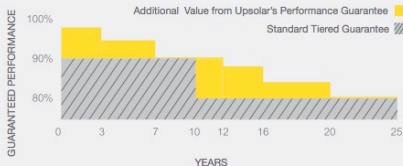
Upsolar provides industry-leading product coverage for all our modules to ensure our customers achieve superior long-term value from their solar installations. In addition to a 10-year product warranty, which covers unanticipated module damage, Upsolar implements a 25-year performance guarantee known as the Reinforced Module Warranty.

Whereas traditional warranties offer only two trigger points over 25 years, the Reinforced Module Warranty features six trigger points at years 3, 7, 12, 16, 20 and 25. Upsolar also maintains relationships with third-party insurance providers to offer an additional layer of protection for interested parties.



Upsolar has teamed up with PowerGuard Specialty Insurance Services to provide customers with a second level of product coverage. The 25-year, non-cancellable warranty is backed by PowerGuard's network of trusted providers, each rated A (Excellent) or better by A.M. Best, meaning the warranty stays in place with or without Upsolar's involvement.

Product guarantee for 10 years Performance guarantee for 25 years



Years	Standard Tiered Guarantee (%)	Additional Value from Upsolar's Performance Guarantee (%)
0	100	100
3	100	100
7	100	100
10	90	100
12	90	100
16	90	100
20	90	100
25	80	100

Upsolar is not responsible for damages caused by errors or omissions on this data sheet. All information is subject to change without notice.

Electrical Characteristics @ STC*

MODEL	UP-M290P	UP-M295P	UP-M300P	UP-M305P	UP-M310P
Max Power Pm (Wp)	290	295	300	305	310
Max Power Voltage Vm (V)	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3
Max Power Current Im (A)	8.17	8.26	8.36	8.45	8.54
Open-Circuit Voltage Voc (V)	45.2	45.4	45.6	45.8	46.0
Short-Circuit Current Isc (A)	8.50	8.58	8.66	8.74	8.82
Module Efficiency	14.9%	15.2%	15.5%	15.70%	16.0%
Maximum System Voltage (V)	1000(IEC)/1000(UL)				
Power Tolerance	0/+3%				
Series Fuse Rating (A)	20A				

*STC: Irradiance 1000 W/m², Module temperature 25°C, AM=1.5

Components & Mechanical Data

Front Glass	High Transparency Tempered Glass 0.125" // 3.2 mm
Junction Box	IP 65 or above
Bypass Diode	3 diodes
Output Cables	1.0 m // IEC, UL approved (4 mm ² , 12AWG) (PV Wire Type)
Connectors	MC4, MC4+, Amphenol H4 (IP67, IEC and UL approved)
Frame	E-coated aluminium alloy type 6063-T5
Encapsulation Material	EVA (0.018" // 0.45 mm ± 0.001" // 0.03 mm thickness)
Back Sheet	White multilayer polymer film
Temperature Range	-40°F to +194°F // -40°C to +90°C
Max Load	75 lbs / ft ² (UL Standard) // 5400 Pa (IEC Standards)
Impact Resistance	Steel ball - 1.18 lbs // 535 g dropped from 51" // 1.3 m high

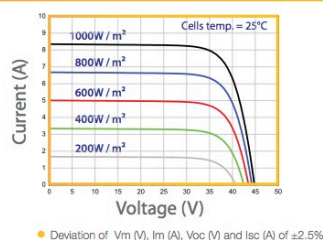
Specifications

Cells	Polycrystalline silicon solar cells 6" x 6" // 156 mm x 156 mm
Number of Cells	72 (6 x 12)
Dimensions (in // mm)	77 x 39.06 x 1.97 // 1956 x 992 x 50
Weight (lb // kg)	59.52 // 27.0

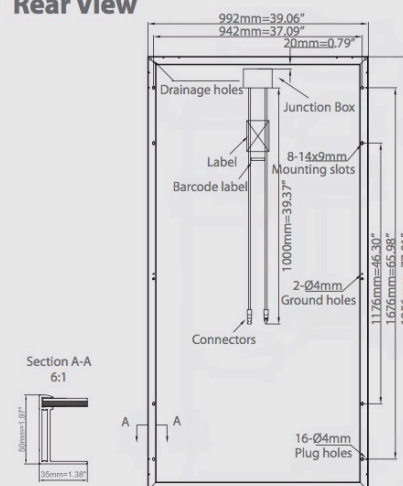
Temperature Coefficients

NOCT (°C)	45 ± 2
Temperature Coefficients of Isc (% / °C)	0.05 ± 0.01
Temperature Coefficients of Voc (% / °C)	-0.30 ± 0.02
Temperature Coefficients of Im (% / °C)	-0.02 ± 0.02
Temperature Coefficients of Vm (% / °C)	-0.42 ± 0.03
Temperature Coefficients of Pm (% / °C)	-0.43 ± 0.05

IV Curves



Rear View



Options Available0/

SolarEdge Integrated Tigo Integrated

Zep Frame (N.America)

UP-EN-US-012014

Anexo G - Inversor



Technical data PIKO 10



- 3-phase feed-in
- Transformerless converting
- Integrated electronic DC switch
- Broad input voltage range
- Standard integrated communication package with data logger, web server, solar portal and the following interfaces: 2x Ethernet, RS485, S0, 4x analogue inputs (e.g. for ripple control receivers or PIKO Sensor)
- PIKO BA Sensor can be connected for the measurement of building consumption and for dynamic active power control
- Integrated switch contact for self-consumption optimisation
- Smart Home and EEBus compatible

Input side (DC)

Max. PV power ($\cos \phi = 1$)	kWp	10.8
Rated input voltage ($V_{DC,r}$)	V	680
Max. input voltage ($V_{DC,max}$)	V	1000
Min. input voltage ($V_{DC,min}$)	V	160
Start-up input voltage ($V_{DC,start}$)	V	180
Max. MPP voltage ($V_{MPP,max}$)	V	800
Min. MPP voltage for DC rated output in single tracker mode ($V_{MPP,min}$)	V	527
Min. MPP voltage for DC rated output in two-tracker mode ($V_{MPP,min}$)	V	sym: 290 / 290 unsym: 390 / 250
Max. input current ($I_{DC,max}$)	A	sym: 18 / 18 unsym: 20 / 10
Max. input current with parallel connection (input DC1+DC2)	A	36
Number of DC inputs		2
Number of independent MPP trackers		2

Output side (AC)

Rated output, $\cos \phi = 1$ ($P_{AC,r}$)	kW	10
Max. output apparent power, $\cos \phi_{adj}$	kVA	10
Max. output voltage ($V_{AC,max}$)	V	264.5
Min. output voltage ($V_{AC,min}$)	V	184
Rated output current	A	14.6
Max. output current ($I_{AC,max}$)	A	16.2
Short-circuit current (peak / RMS)	A	25 / 16.6
Grid connection		3N~, AC, 400 V
Rated frequency (f_r)	Hz	50
Max. grid frequency (f_{max})	Hz	51.5
Min. grid frequency (f_{min})	Hz	47.5
Setting range of the power factor $\cos \phi_{AC,r}$		0.80...1...0.80
Power factor for rated power ($\cos \phi_{AC,r}$)		1
Max. total harmonic distortion	%	3

Device properties

Standby consumption	W	1,8
---------------------	---	-----

Efficiency

Max. efficiency	%	97.7
European efficiency	%	97.1
MPP adjustment efficiency	%	99.9

Warranty

Warranty (years)		5
Warranty extension optional (years)		10/20

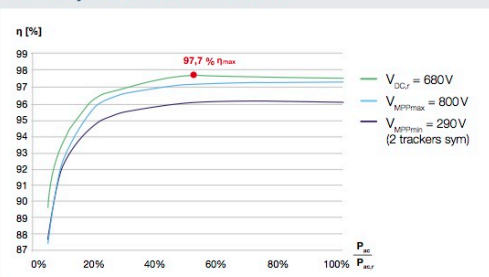
System data

Topology: Without galvanic separation - transformerless		✓
Internal protection according to IEC 60529 housing / fan		IP 65 / IP 55
Protective class according to IEC 62103		I
Overvoltage category according to IEC 60664-1 Input side (PV generator)		II
Overvoltage category according to IEC 60664-1 Output side (grid connection)		III
Pollution Degree		4
Environmental category (outdoor installation)		✓
Environmental category (interior installation)		✓
UV resistance		✓
Minimum cable cross-section of AC connecting line	mm ²	4
Minimum cable cross-section of DC connecting line	mm ²	4
Max. fusing on output side		B25, C25
Operator protection (EN 62109-2)		RCMU/RCCB Typ B
Electronic disconnection device integrated		✓
Height	mm	445 (17.52 in)
Width	mm	580 (22.83 in)
Depth	mm	248 (9.76 in)
Weight	kg	37.5 (82.67 lb)
Cooling principle - convection		-
Cooling principle - regulated fans		✓
Max. air throughput	m ³ /h	2x48
Max. Noise emission	dBA	43
Ambient temperature	°C	-20...60 (-4...140 °F)
Max. installation altitude above sea level	m	2000 (6562 ft)
Relative humidity	%	4...100
Connection technology at input side - MC 4		✓
Connection technology at output side - spring-loaded terminal strip		✓

Interfaces

Ethernet RJ45		2
RS485		1
S0		1
Analogue inputs		4
PIKO BA Sensor Interface		1

Efficiency characteristics of PIKO 10



Smart connections.

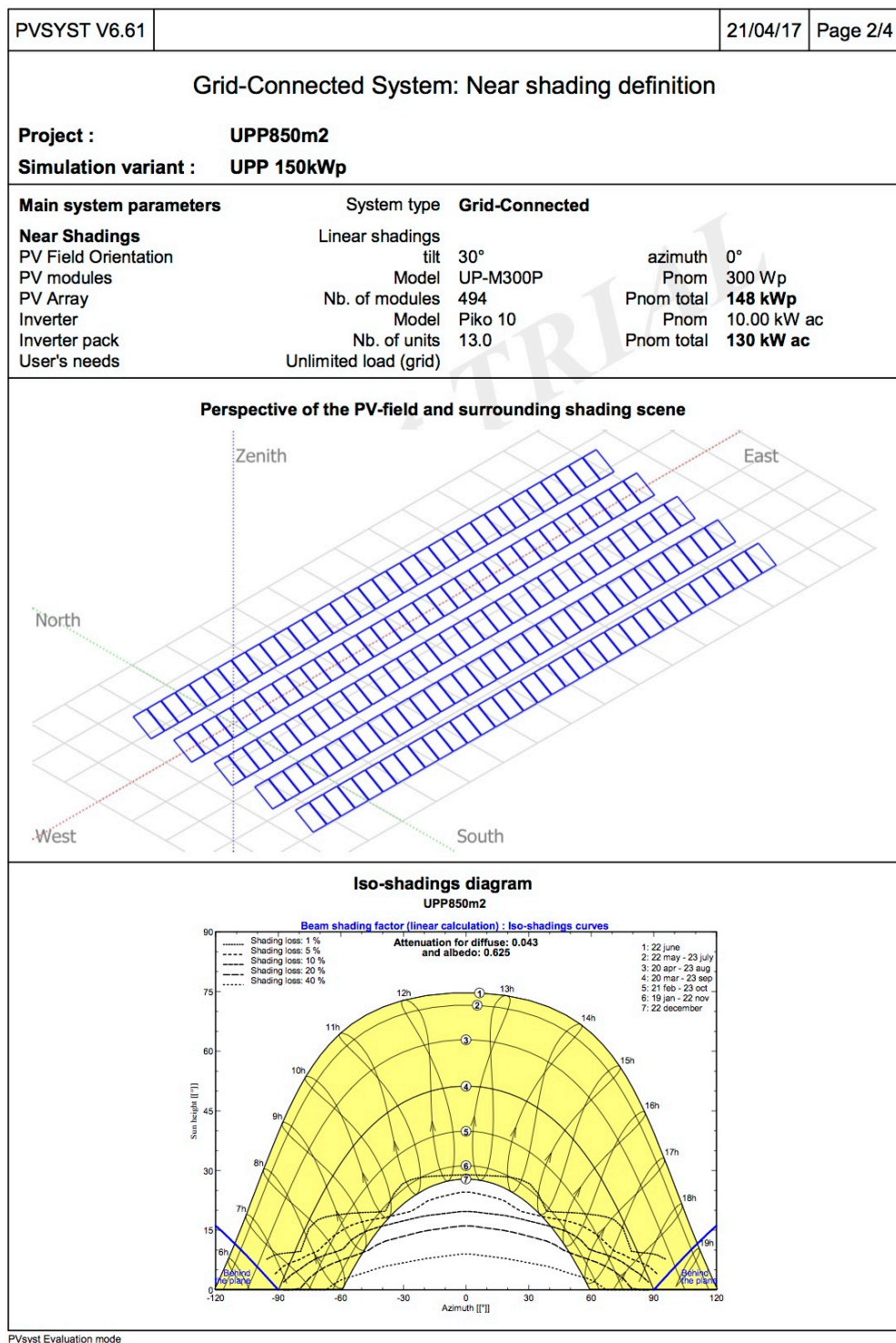
Contact

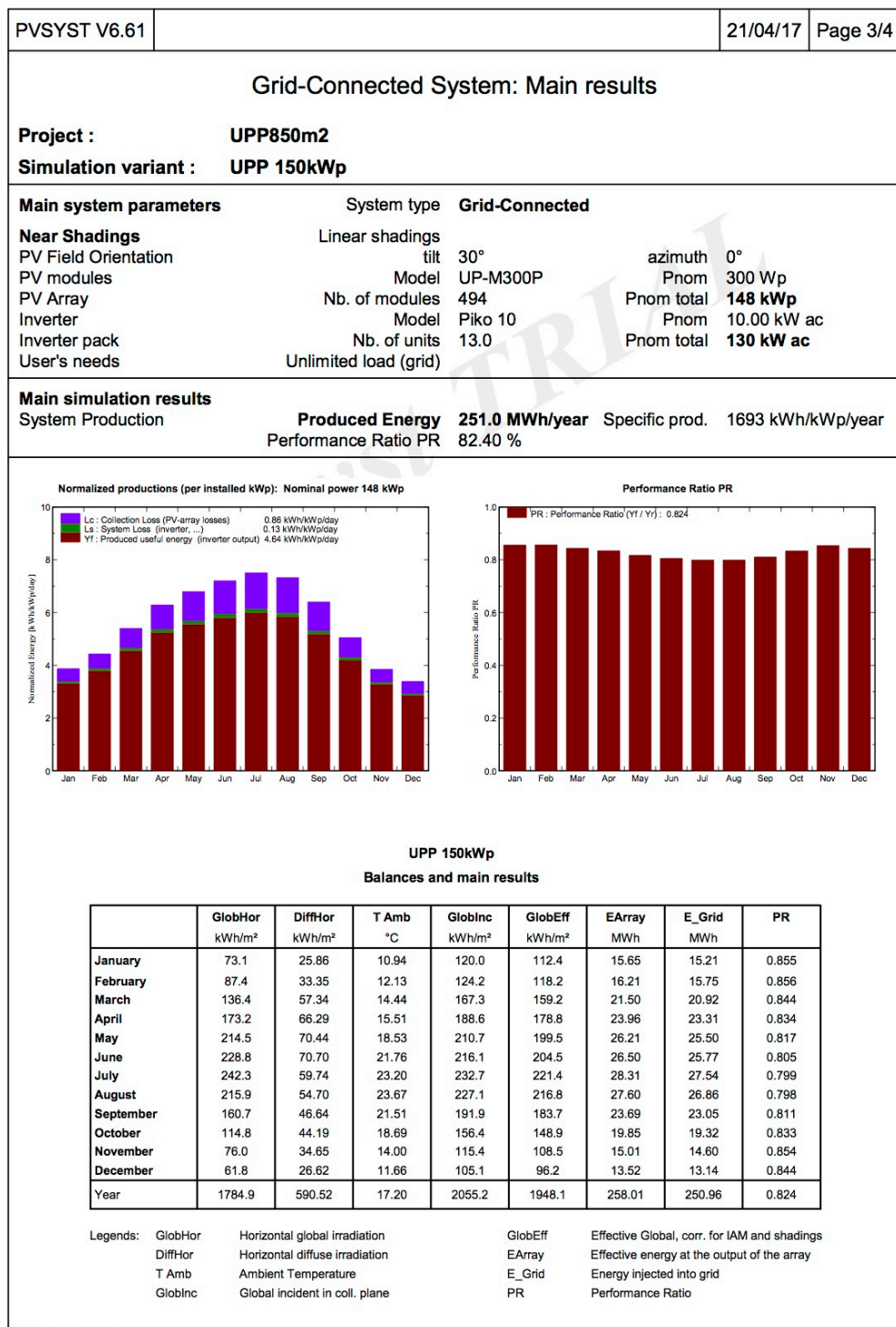
KOSTAL Solar Electric GmbH
Hanferstr. 6
79108 Freiburg i. Br.
Germany
Tel. +49 761 477 44 - 100
Fax +49 761 477 44 - 111
www.kostal-solar-electric.com

Anexo H – Relatório de Resultados PVSYST da UPP 148 kWp

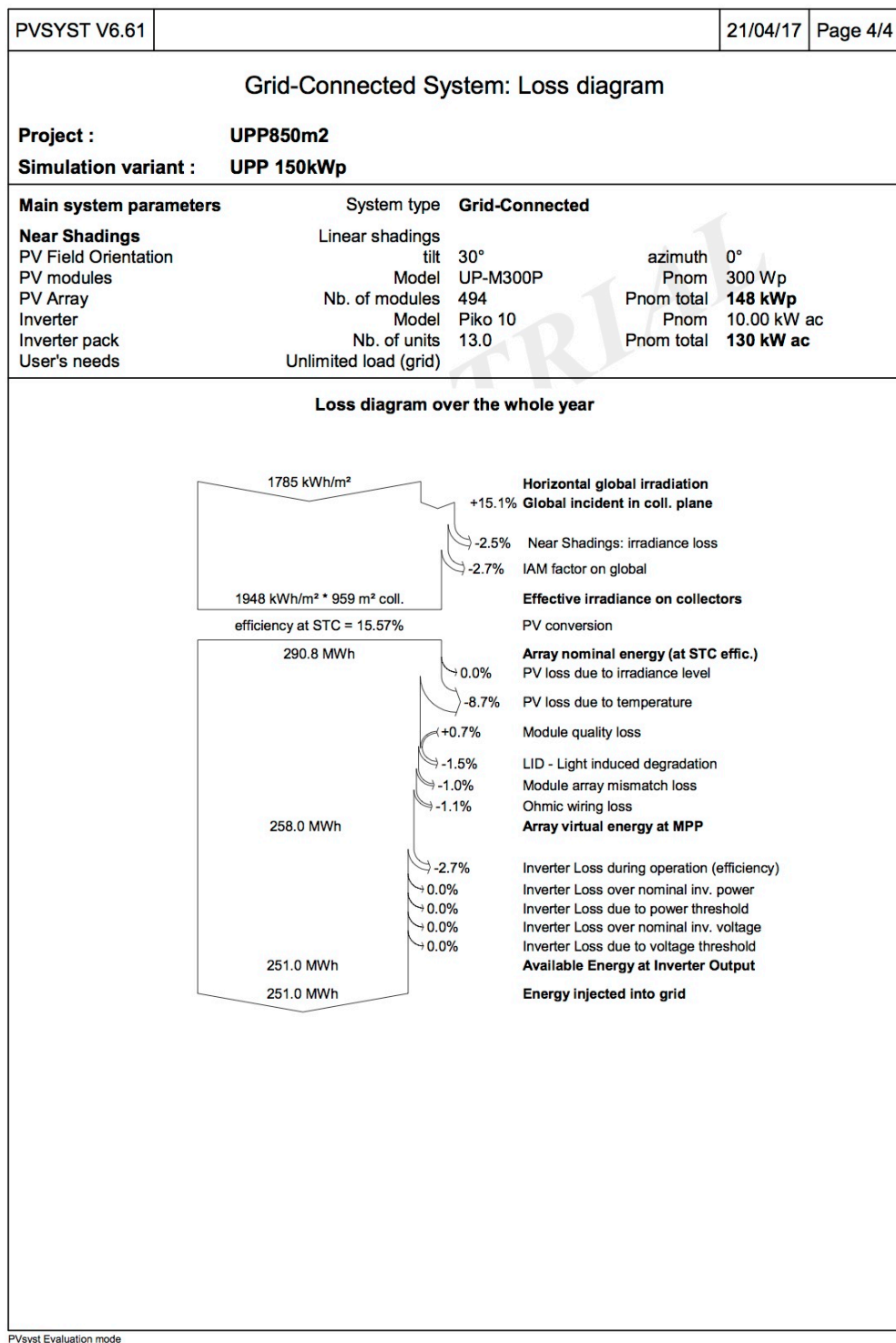
PVSYST V6.61		21/04/17	Page 1/4
Grid-Connected System: Simulation parameters			
Project : UPP850m2			
Geographical Site	Soregi	Country	Portugal
Situation	Latitude 38.72° N	Longitude	-8.85° W
Time defined as	Legal Time Time zone UT	Altitude	31 m
Meteo data:	Soregi	Meteonorm 7.1 (1991-2010), Sat=42% - Synthetic	
Simulation variant : UPP 150kWp			
Simulation date 21/04/17 02h59			
Simulation parameters			
Collector Plane Orientation	Tilt 30°	Azimuth	0°
Models used	Transposition Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon		
Near Shadings	Linear shadings		
PV Array Characteristics			
PV module	Si-poly	Model	UP-M300P
Original PVSyst database	Manufacturer	Upsolar	
Number of PV modules	In series	19 modules	In parallel 26 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	494	Unit Nom. Power 300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	148 kWp	At operating cond. 134 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	629 V	I mpp 214 A
Total area	Module area	959 m²	Cell area 866 m²
Inverter			
Original PVSyst database	Model	Piko 10	
Characteristics	Manufacturer	Kostal	
	Operating Voltage	290-800 V	Unit Nom. Power 10.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	26 * MPPT 50 %	Total Power 130 kWac
PV Array loss factors			
Thermal Loss factor	Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind) 0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Global array res.	49 mOhm	Loss Fraction 1.5 % at STC
LID - Light Induced Degradation			Loss Fraction 1.5 %
Module Quality Loss			Loss Fraction -0.8 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction 1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization	IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param. 0.05
User's needs :	Unlimited load (grid)		

PVSyst Evaluation mode





PVsyst Evaluation mode

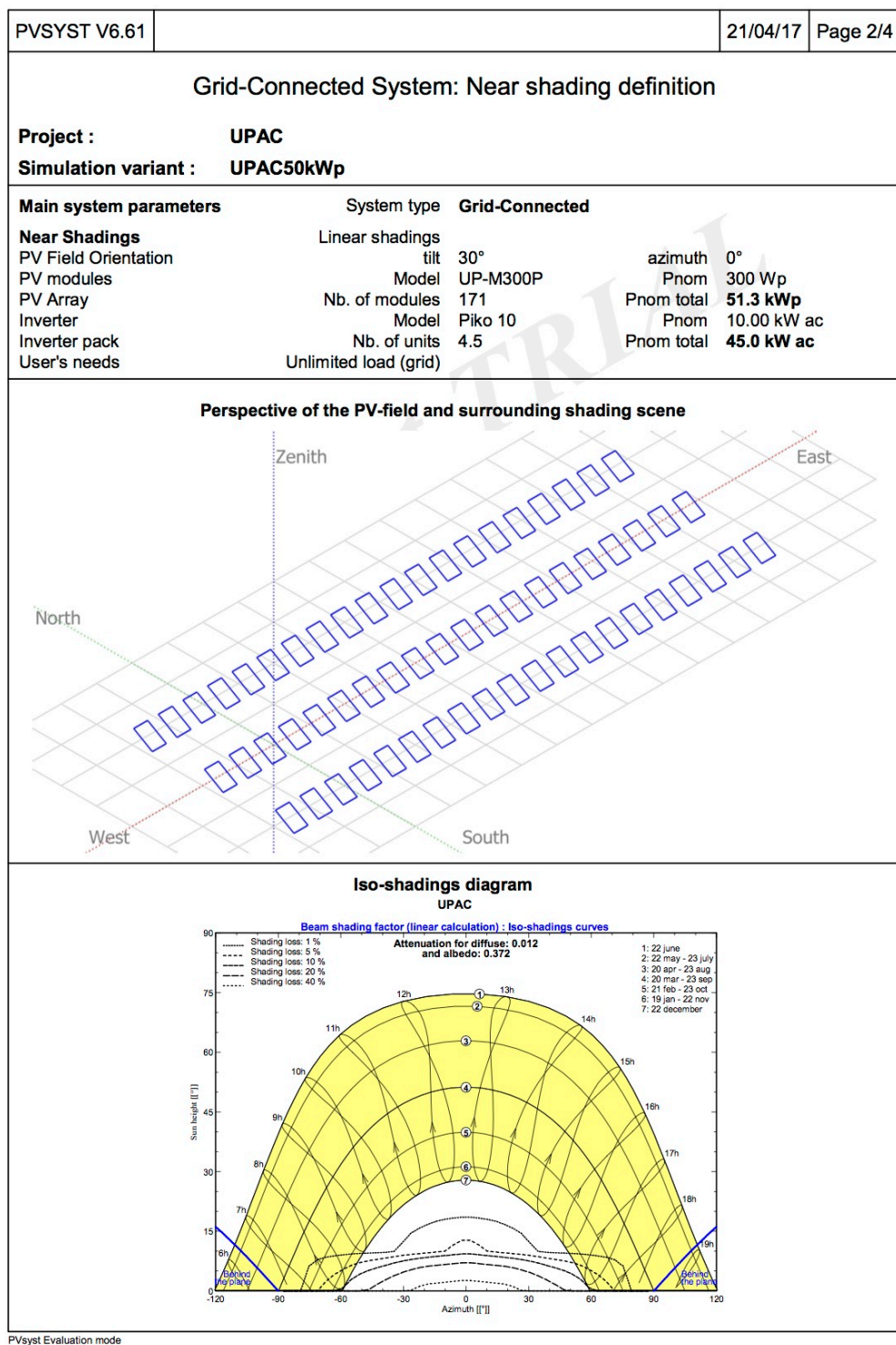


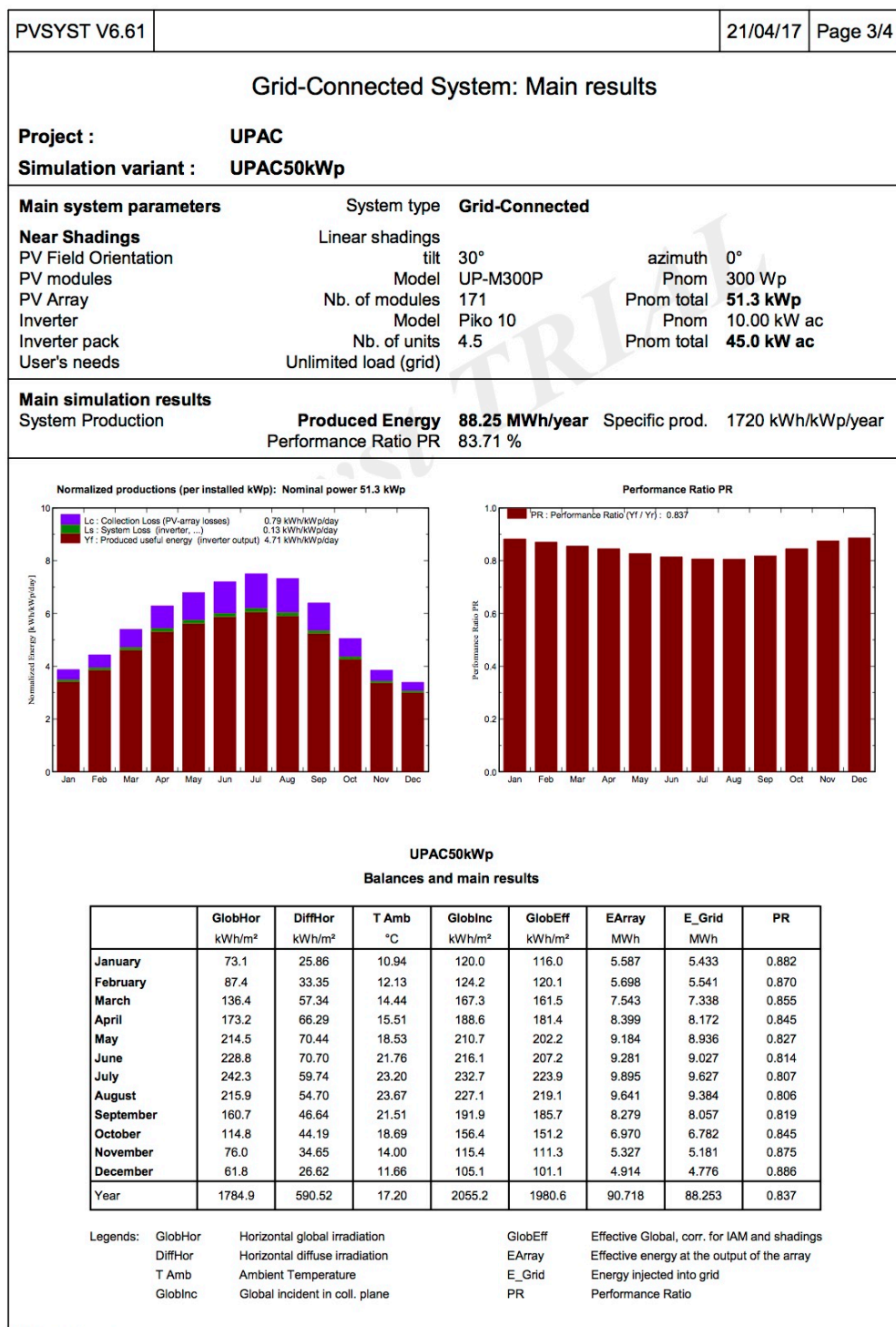
PVsyst Evaluation mode

Anexo I – Relatório de Resultados da UPAC 51 kWp

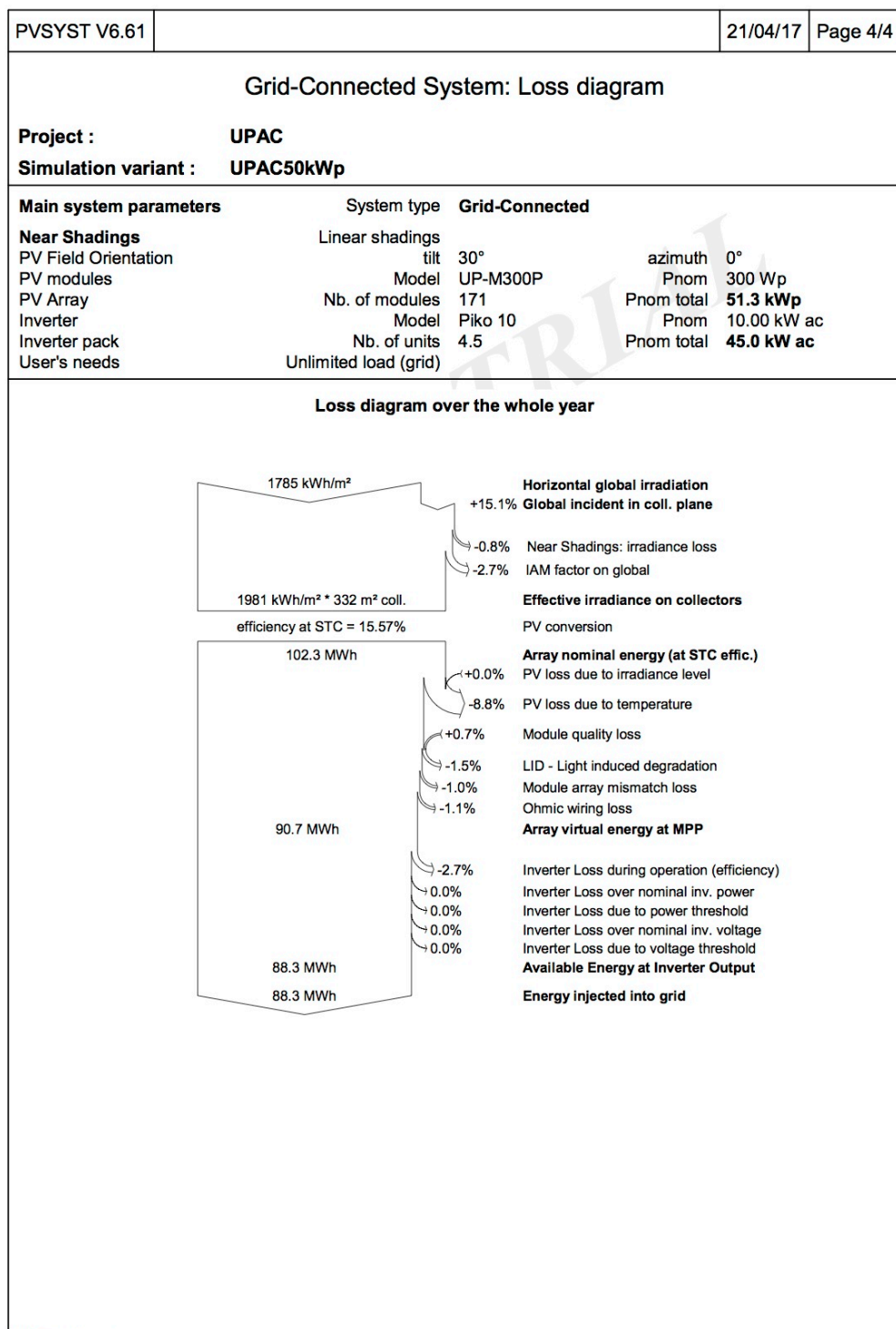
PVSYST V6.61				21/04/17	Page 1/4
Grid-Connected System: Simulation parameters					
Project :		UPAC			
Geographical Site		Soregi	Country	Portugal	
Situation		Latitude	38.72° N	Longitude	-8.85° W
Time defined as		Legal Time	Time zone UT	Altitude	31 m
		Albedo	0.20		
Meteo data:		Soregi	Meteonorm 7.1 (1991-2010), Sat=42% - Synthetic		
Simulation variant :		UPAC50kWp			
		Simulation date	21/04/17 18h02		
Simulation parameters					
Collector Plane Orientation		Tilt	30°	Azimuth	0°
Models used		Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon		Free Horizon			
Near Shadings		Linear shadings			
PV Array Characteristics					
PV module		Si-poly	Model	UP-M300P	
Original PVsyst database		Manufacturer	Upsolar		
Number of PV modules		In series	19 modules	In parallel	9 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	171	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	51.3 kWp	At operating cond.	46.5 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	629 V	I mpp	74 A
Total area		Module area	332 m²	Cell area	300 m²
Inverter					
Original PVsyst database		Model	Piko 10		
Characteristics		Manufacturer	Kostal		
		Operating Voltage	290-800 V	Unit Nom. Power	10.0 kWac
Inverter pack		Nb. of inverters	9 * MPPT 50 %	Total Power	45 kWac
PV Array loss factors					
Thermal Loss factor		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (wind)	0.0 W/m²K / m/s
Wiring Ohmic Loss		Global array res.	143 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
LID - Light Induced Degradation				Loss Fraction	1.5 %
Module Quality Loss				Loss Fraction	-0.8 %
Module Mismatch Losses				Loss Fraction	1.0 % at MPP
Incidence effect, ASHRAE parametrization		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	bo Param.	0.05
User's needs :		Unlimited load (grid)			

PVsyst Evaluation mode





PVSyst Evaluation mode



PVsyst Evaluation mode